

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAQUEL MARCHESAN

**RENDIMENTO E QUALIDADE DE MADEIRA SERRADA DE TRÊS  
ESPÉCIES TROPICAIS**

CURITIBA - PR

2012

RAQUEL MARCHESAN

**RENDIMENTO E QUALIDADE DE MADEIRA SERRADA DE TRÊS  
ESPÉCIES TROPICAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Pereira da Rocha

Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Jorge Klitzke

Co-orientador: Prof. Dr. José Guilherme Prata

CURITIBA - PR

2012

Ficha catalográfica elaborada por Deize C. Kryczyk Gonçalves – CRB 1269/PR

Marchesan, Raquel

Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais / Raquel Marchesan - 2012.JJ

92 fls. : il.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Pereira da Rocha

Co-orientadores: Prof. Dr. Ricardo Jorge Klitzke

Prof. Dr. José Guilherme Prata

Mestrado (dissertação) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 17/02/2012.

Inclui bibliografia.

Área de concentração: Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais

1. Madeira serrada - Rondônia. 2. Madeira – Qualidade - Rondônia. 3. Madeira – Produtos - Rondônia. 4. Teses. I. Rocha, Márcio Pereira da. II. Klitzke, Ricardo Jorge. III. Prata, José Guilherme. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. V. Título.

CDD – 634.9  
CDU – 634.0.854.2(811.1)

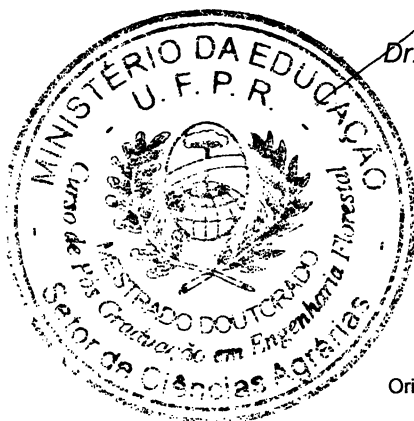



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

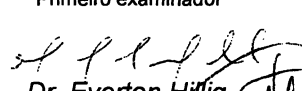
**PARECER**

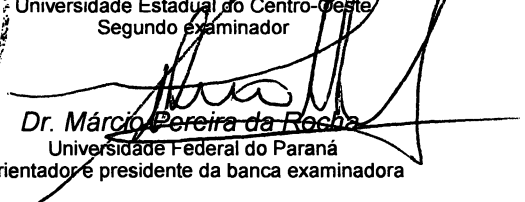
Defesa nº. 896

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) mestrando(a) *Raquel Marchesan* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**RENDIMENTO E QUALIDADE DE MADEIRA SERRADA DE TRÊS ESPÉCIES TROPICAIS**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em **TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS**.




  
Dr. Antônio Américo Cardoso Junior  
Universidade Federal de Sergipe  
Primeiro examinador

  
Dr. Everton Hilig  
Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Segundo examinador

  
Dr. Márcio Pereira da Rocha  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 17 de fevereiro de 2012.

  
Antonio Carlos Batista  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Carlos Roberto Sanquetta  
Vice-coordenador do curso

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Orientador Engenheiro Florestal Dr. Márcio Pereira da Rocha, por acreditar em mim, pelo seu auxílio e orientação durante o período de realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Ricardo Jorge Klitzke e ao Professor Dr. Dimas Agostinho da Silva pela amizade e apoio e ao Professor Dr. José Guilherme Prata pela ajuda.

À colega Janice Bernardo da Silva pelo companheirismo, pelos conselhos e pela ajuda na realização deste trabalho e de outros.

À empresa AMATA – em especial ao Engenheiro Florestal Luciano Budant Schaaf por ter me proporcionado a oportunidade de conhecer novos horizontes e aperfeiçoar meus conhecimentos, auxiliando no desenvolvimento e na conclusão desta pesquisa.

Ao meu pai Aldino Marchesan (*in memoriam*) e a minha mãe Lurdes Marchesan, minha imensa gratidão, pois mesmo em momentos de dificuldade nunca deixaram faltar carinho e amor, base para minha formação.

Às minhas tias Silda Lucini, Ediles Lucini e Tudi Lucini, pela oportunidade dada no início da minha vida acadêmica. Sem o auxílio de vocês teria sido difícil chegar onde estou.

À minha prima e amiga Jaqueline Boreli, às minhas amigas Aline Bonato e Viviane Souza pelas horas de conversas e Alegria.

À André Orathes pela paciência, amor e carinho.

À Universidade Federal do Paraná e ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade da realização desse trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

À todos meus amigos que de alguma forma me apoiaram, meu muito obrigada.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal determinar e avaliar o rendimento em madeira serrada, a geração de subprodutos e a qualidade da madeira de três espécies tropicais, jatobá (*Hymenaea courbaril*), muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) e muirapiranga (*Brosimum rubescens*) em diferentes classes diamétricas. Para cada espécie foram selecionadas 4 classes diâmetricas com 5 toras cada, totalizando 60 toras com diâmetros variando entre 35 a 108 cm, as quais foram desdobradas em uma serraria convencional. A muiracatiara foi a espécie que obteve melhor rendimento em madeira serrada e menor geração de subprodutos, sendo as classes 2 e 4 as que obtiveram melhor rendimento, desta forma não apresentando tendência de aumento do rendimento de acordo com o aumento das classes diamétricas. A muirapiranga não apresentou diferença estatística quando comparada à muiracatiara e ao jatobá, porém obteve melhor rendimento em madeira serrada em relação à última. Mesmo não havendo diferença estatística, para as quatro classes da espécie muirapiranga, a classe 2 foi a que obteve maior rendimento em madeira serrada. O jatobá foi a espécie que apresentou menor rendimento em madeira serrada e maior geração de subprodutos, porém houve uma tendência de aumento do rendimento de acordo com o aumento das classes diamétricas, sendo a classe 4 a que obteve melhor resultado. Devido aos problemas causados pelos defeitos encontrados nas toras e também às características anatômicas das três espécies, o rendimento médio em madeira serrada de segunda qualidade foi maior do que o rendimento em madeira serrada de primeira qualidade.

Palavras-chave: Madeira tropical, rendimento em madeira serrada, qualidade da madeira.

## ABSTRACT

This work aimed to determine and evaluate the yield in sawnwood, the generation of by-products and wood quality of three tropical species; jatoba (*Hymenaea courbaril*), muiracatiara (*Astronium Lecoitei Ducke*) and muirapiranga (*Brosimum rubescens*) in different diametrical class. For each species it was selected 4 diametrical classes with 5 logs each, totaling 60 logs with diameters ranging from 35 to 108 cm, which were deployed in a conventional sawmill. The muiracatiara was the specie that had the best yield in sawnwood and less generation of by-products, being classes 2 and 4, the ones which obtained better yield, showing no trend of increasing yield according to the increase of the diametrical classes. The muirapiranga was statistically equal to muiracatiara and jatoba, but getting better yield in sawnwood from the last. Even the four classes being statistically equal to the species muirapiranga, class 2 was the one that obtained the highest yield in sawnwood. The jatoba was the specie with the lowest yield in sawnwood and higher generation of by-products, but there was a trend of increasing yield according to the increase of the diametrical classes, being class 4 the one wich had the best result. Due to the problems caused by the defects found in the logs and also the anatomical features of the three species, the average yield in the second quality lumber was higher than the yield of top quality lumber.

Keywords: Tropical wood, sawnwood yield, wood quality.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRODUÇÃO E CONSUMO DA MADEIRA SERRADA TROPICAL (1998 – 2008).....	16
FIGURA 2.	EXPORTAÇÃO DE MADEIRA SERRADA TROPICAL (2000 – 2009).....	16
FIGURA 3.	COMPOSIÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL DO ESTADO DE RONDÔNIA POR ATIVIDADE.....	18
FIGURA 4.	FOTO DA MADEIRA DA ESPÉCIE JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ).....	21
FIGURA 5.	FOTO DA MADEIRA DA ESPÉCIE MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke).....	23
FIGURA 6.	FOTO DA MADEIRA DA ESPÉCIE MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	24
FIGURA 7.	PRINCIPAIS USOS DOS RESÍDUOS DE MADEIRA EM INDÚSTRIAS MADEIREIRAS DA AMAZÔNIA LEGAL NO ANO DE 2004.....	31
FIGURA 8.	PRINCIPAIS USOS DOS RESÍDUOS DE MADEIRA EM INDÚSTRIAS MADEIREIRAS DA AMAZÔNIA LEGAL NO ANO DE 2009.....	32
FIGURA 9.	SERRARIA E EQUIPAMENTOS.....	35
FIGURA 10.	CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DA FLONA JAMARI.....	36
FIGURA 11.	LOCALIZAÇÃO DA UPA 01 NA UMF III.....	37
FIGURA 12.	TORAS IDENTIFICADAS POR CLASSE DIAMÉTRICA.....	38
FIGURA 13.	PROCESSO DE DESDOBRO DAS TORAS NA SERRA FITA..	41
FIGURA 14.	OPERAÇÃO DE REFILO E DESTOPO NA SERRA CIRCULAR.....	41
FIGURA 15.	CLASSIFICAÇÃO DAS TÁBUAS EM PRIMEIRA E SEGUNDA QUALIDADE.....	43
FIGURA 16.	SUBPRODUTOS GERADOS NO DESDOBRO.....	46
FIGURA 17.	MADEIRA DE JATOBÁ COM PRESENÇA DE OCO, GRANDE PROPORÇÃO DE ALBURNO E RACHADURAS RADIAIS.....	51
FIGURA 18.	MADEIRA DE MUIRACATIARA COM ATAQUE DE BROCCAS, PRESENÇA DE OCO E TORAS TORTUOSAS.....	55



FIGURA 19.	COMPARATIVO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ), MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke) E MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	63
FIGURA 20.	COMPARATIVO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DE SUBPRODUTOS (%) GERADOS POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ), MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke) E MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	63
FIGURA 21.	COMPARATIVO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE ENTRE AS CLASSES DIAMÉTRICAS PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ), MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke) E MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	67

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

TABELA 1.	VOLUME DE MADEIRA EXPLORADO NO ESTADO DE RONDÔNIA EM 1998, 2004 e 2009.....	19
TABELA 2.	DIMENSÕES DE PEÇAS DE MADEIRA SERRADA.....	25
TABELA 3.	NÚMERO DE TORAS SEPARADAS POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ, MUIRACATIARA E MUIRAPIRANGA.....	38
TABELA 4.	CLASSE DIAMÉTRICA, NÚMERO DE TORAS, VOLUME DE TORA (M³), VOLUME SERRADO DE 1ª E 2ª QUALIDADE, RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE 1ª E 2ª QUALIDADE (%), RENDIMENTO TOTAL (%) E SUBPRODUTOS (%) PARA 4 CLASSES DA ESPÉCIE JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ).....	48
TABELA 5.	VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA A ESPÉCIE JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ).....	49
TABELA 6.	VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE PARA A ESPÉCIE JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ). ..	52
TABELA 7.	CLASSE DIAMÉTRICA, NÚMERO DE TORAS, VOLUME DE TORA (M³), VOLUME SERRADO DE 1ª E 2ª QUALIDADE, RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE 1ª E 2ª QUALIDADE (%) E RENDIMENTO TOTAL (%) PARA 4 CLASSES DA ESPÉCIE MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke).....	54
TABELA 8.	VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA A ESPÉCIE MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke).....	55
TABELA 9.	VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE PARA A ESPÉCIE MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke).....	57
TABELA 10.	CLASSE DIAMÉTRICA, NÚMERO DE TORAS, VOLUME DE TORA (M³), VOLUME SERRADO DE 1ª E 2ª QUALIDADE, RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE 1ª E 2ª QUALIDADE (%) E RENDIMENTO TOTAL (%) PARA 4 CLASSES DA ESPÉCIE MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	59
TABELA 11.	VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA A ESPÉCIE MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	60

TABELA 12.	VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE PARA A ESPÉCIE MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	61
TABELA 13.	VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ), MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke) E MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	64
TABELA 14.	VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ), MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke) E MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	65
TABELA 15.	COMPARATIVO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE ENTRE AS CLASSES DIAMÉTRICAS PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ), MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke) E MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	67
TABELA 16.	COMPARATIVO ENTRE AS MÉDIAS GERAIS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ), MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke) E MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	68
QUADRO 1.	PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DO JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ).....	22
QUADRO 2.	PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke).....	23
QUADRO 3.	PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	24
QUADRO 4.	ORDEM DAS TORAS PARA O DESDOBRIO PRINCIPAL.....	40
QUADRO 5.	MADEIRA SERRADA PRODUZIDA NA SERRARIA.....	42
QUADRO 6.	DEFEITOS ENCONTRADOS NAS TORAS DA ESPÉCIE JATOBÁ.....	47
QUADRO 7.	DEFEITOS ENCONTRADOS NAS TORAS DA ESPÉCIE MUIRACATIARA.....	53
QUADRO 8.	DEFEITOS ENCONTRADOS NAS TORAS DA ESPÉCIE MUIRAPIRANGA.....	58

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
3.1.	A AMAZÔNIA.....	13
3.2.	PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO.....	14
3.3.	PRODUÇÃO DE MADEIRA NO ESTADO DE RONDÔNIA.....	17
3.4.	PRINCIPAIS ESPÉCIES TROPICAIS PARA SERRARIA.....	20
3.5.	ESPÉCIES ESTUDADAS.....	20
3.5.1.	Jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> ).....	20
3.5.2.	Muiracatiara ( <i>Astronium lecointei Ducke</i> ).....	22
3.5.3.	Muirapiranga ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	23
3.6.	DESDOBRO DE MADEIRAS TROPICAIS.....	25
3.7.	RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA.....	26
3.8.	FATORES QUE AFETAM O RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA.....	28
3.8.1.	Diâmetro das toras.....	28
3.8.2.	Qualidade das Toras.....	28
3.8.3.	Técnicas de desdobro.....	29
3.8.4.	Operação dos equipamentos.....	29
3.9.	APROVEITAMENTO E SUBPRODUTOS.....	30
3.10.	CUSTO DE MATÉRIA PRIMA.....	32
<b>4.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>34</b>
4.1.	DESCRIÇÃO DO LOCAL DE COLETA.....	34
4.2.	DESCRIÇÃO DA SERRARIA.....	34
4.3.	ESPÉCIES ESTUDADAS.....	36

4.4.	SELEÇÃO DAS TORAS.....	37
4.5.	OBTENÇÃO DO VOLUME DAS TORAS.....	39
4.6.	DESDOBRO DAS TORAS.....	39
4.7.	CLASSIFICAÇÃO DAS TÁBUAS POR QUALIDADE.....	42
4.8.	OBTENÇÃO DO VOLUME EM MADEIRA SERRADA VERDE.....	43
4.9.	AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO VOLUMÉTRICO EM MADEIRA SERRADA VERDE.....	44
4.10.	OBTENÇÃO DO VOLUME DE SUBPRODUTOS.....	45
4.11.	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	46
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>47</b>
5.1.	RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS.....	47
5.1.1.	JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> ).....	47
5.1.2.	MUIRACATIARA ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke).....	53
5.1.3.	MUIRAPIRANGA ( <i>Brosimum rubescens</i> ).....	58
5.2.	COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS ENTRE AS ESPÉCIES.....	62
5.3.	COMPARAÇÃO DE RENDIMENTO POR CLASSE DE QUALIDADE ENTRE AS ESPÉCIES.....	66
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>69</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>70</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>71</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é detentor da segunda maior área florestal do mundo, atrás somente da Rússia. Está área dispõe de 470 milhões de hectares de florestas tropicais úmidas situadas na Amazônia brasileira. Deste montante, 75% são florestas públicas e a maioria se constitui de “terras devolutas”, ou seja, sem regulamentação, o que facilita a ocupação ilegal, desmatamentos, queimadas e questões fundiárias que são decorrentes, principalmente, da expansão da fronteira agrícola. Essas ações tem resultado em conflitos com intensa pressão sobre essas terras públicas. Diante dos inúmeros problemas e conflitos na região amazônica o Estado sentiu necessidade de dispor de um instrumento legal para ordenar o uso e a conservação dessas florestas.

Desta forma, em 2 de março de 2006, foi aprovada a lei de Gestão de Florestas Públicas (11.284/06), que tem como objetivo conservar e proteger as florestas pertencentes à União, aos Estados e Municípios. Dentro desta lei definiu-se uma das formas de gestão para a produção sustentável, a chamada concessão florestal paga, que é baseada no processo de licitação pública, dando o direito à empresa que ganhar essa licitação de praticar manejo sustentável na área por um período determinado de, no máximo, 40 anos. Essa empresa é obrigada a pagar pelo uso desses recursos naturais através de produtos e serviços para o Estado e Município onde a floresta pública se encontra.

Porém, o uso dos recursos naturais deve ser realizado de maneira racional, onde desde a exploração até o desdobro das toras, o correto manuseio deve ser planejado. Técnicas e cuidados na escolha da matéria-prima devem ser observados, procurando retirar da floresta árvores que garantirão rendimento e produtividade – parâmetros técnicos utilizados em avaliação de serrarias. A qualidade da matéria-prima retirada para a produção de madeira serrada influencia diretamente no rendimento final e na qualidade final da madeira serrada, sendo que determinados defeitos afetam de forma mais intensa o rendimento que outros como a conicidade, encurvamentos, ataque de organismos xilófagos, dentre outros. Sendo assim estudos e técnicas que permitem selecionar com segurança árvores com toras de qualidade superior devem ser empregadas.

Além dos fatores relacionados à matéria-prima, outros também são importantes como o método de desdobro ou modelo de corte utilizado, nível tecnológico e treinamento constante da mão-de-obra. Equipamentos obsoletos e falta de treinamento afetam os parâmetros técnicos de avaliação o que tende a afetar negativamente o rendimento. No Brasil muitas serrarias apresentam deficiência na linha de produção, podendo-se melhorar muitas destas deficiências realizando apenas mudanças no processo, buscando uma maior organização no planejamento e na logística e identificando o melhor aproveitamento, garantindo assim a obtenção de um rendimento elevado.

Dentro deste contexto, levantaram-se dados referentes ao rendimento em madeira serrada e geração de subprodutos para três espécies tropicais em uma serraria localizada no município de Itapuã do Oeste, Estado de Rondônia, de modo a incorporar mecanismos que contribuam para o melhor aproveitamento da madeira dessas espécies que são provenientes de florestas públicas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o rendimento em madeira serrada das espécies tropicais jatobá (*Hymenaea courbaril*), muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) e muirapiranga (*Brosimum rubescens*), extraídas na Floresta Nacional Jamari no Estado de Rondônia.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o rendimento em madeira serrada das espécies estudadas para 4 classes diamétricas;
- Determinar o rendimento em madeira serrada de primeira e segunda qualidade;
- Quantificar a geração de subprodutos no processo.



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. A AMAZÔNIA

O Brasil é um país florestal, abrigando cerca de 5,5 bilhões de quilômetros quadrados de florestas (65% do seu território), atrás apenas da Rússia. As cadeias de produção ligadas diretamente aos recursos florestais respondem por 4% do PIB nacional, por 8% das exportações, além de recolher mais de R\$3 bilhões em impostos e gerar dois milhões de empregos diretos e indiretos. As principais florestas do Brasil são a Mata Atlântica e a Amazônia, que abrigam uma das maiores biodiversidades do planeta (PNF, 2004).

O Bioma Amazônia abrange nove países da América do Sul, por uma área de 6,4 milhões de quilômetros quadrados. Desse total, o Brasil abriga 63% (4 milhões de quilômetros quadrados) e o restante, 37% (2,4 milhões de quilômetros quadrados), estão distribuídos entre Peru (10%), Colômbia (7%), Bolívia (6%), Venezuela (6%), Guiana (3%), Suriname (2%), Equador (1,5%) e Guiana Francesa (1,5%) (LENTINI *et al.*, 2005). Segundo Pereira *et al.* (2010), no Brasil existem dois conceitos de Amazônia: Bioma Amazônia e Amazônia Legal. O Bioma Amazônia, caracterizado pela cobertura Vegetal, possui aproximadamente 4 milhões de quilômetros quadrados. Sua área abrange os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e partes dos territórios do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins. A Amazônia Legal, por sua vez, inclui todo o Bioma Amazônia e áreas de cerrado e campos naturais, estendendo-se por aproximadamente 5 milhões de quilômetros quadrados, abrangendo todos os Estados do norte brasileiro (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), o Mato Grosso e parte do Maranhão.

Sua economia é baseada no setor rural (extração de madeira, pecuária e agricultura), na mineração industrial (principalmente ferro bauxita) e na Zona Franca de Manaus. Representando apenas 6,5% do PIB do Brasil (LENTINI *et al.*, 2003).

A região amazônica tem sido alvo de frequentes desmatamentos, queimadas e questões fundiárias que são decorrentes principalmente da fronteira agrícola, resultando em conflitos que geram pressão sobre as terras públicas. Os

desmatamentos nesta região tem avançado de forma contínua, sendo os Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia os maiores responsáveis.

Diante desses desafios sentiu-se a necessidade de se dispor de um instrumento legal para ordenar o uso e a conservação das florestas públicas. Desta forma, em 2 de março de 2006, foi aprovada a Lei de Gestão de Florestas Públicas (11284/06) que tem por finalidade proteger e conservar as florestas pertencentes à União, aos Estados e Municípios. A partir desta lei instituiu-se uma das formas de gestão para a produção sustentável, a concessão florestal paga, baseada no processo de licitação pública, dando o direito à empresa que ganhar essa licitação de praticar manejo sustentável na área por um período determinado de, no máximo, 40 anos. Como órgão regulador da gestão dessas florestas, foi criado o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), responsável por promover o desenvolvimento florestal sustentável no Brasil (SILVA, *et al.*, 2009), através do acompanhamento e auditoria dos processos de concessão desde a floresta até o produto final.

Segundo Silva *et al.*, a Lei de Gestão de Florestas públicas é uma iniciativa do poder público para atuar mais fortemente junto a problemas crônicos na Amazônia, em especial a grilagem de terras públicas e o desmatamento irregular, os quais têm gerado enormes conflitos e desigualdades na região

### 3.2. PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO

A exploração e o processamento industrial da madeira estão entre as principais atividades econômicas da Amazônia. Em 2004, os 82 pólos madeireiros da Amazônia legal extraíram 24,4 milhões de metros cúbicos de madeira em tora, equivalendo a cerca de 10,4 milhões de metros cúbicos de madeira processada (tábuas, produtos beneficiados, laminados, compensados, etc.). Noventa e três por cento do consumo de toras ocorreu nos Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia (LENTINI *et al.*, 2005). A madeira processada foi destinada para o mercado interno e para a exportação.

Em 2009, com 71 pólos madeireiros foram extraídos aproximadamente 14,2 milhões de metros cúbicos em tora, gerando 5,8 milhões de metros cúbicos de madeira processada, sendo o rendimento médio do processamento de 41%. Os Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia foram os maiores produtores,

respondendo por 91% da produção total. A estimativa da receita bruta gerada pela indústria madeireira da Amazônia Legal nesse ano foi de cerca de US\$2,5 bilhões (PEREIRA *et al.*, 2010).

A participação brasileira no mercado mundial de madeira serrada ainda é muito pequena. De um total de 92 milhões de metros cúbicos comercializados internacionalmente em 1987, o Brasil participou com 526 mil metros cúbicos, cerca de 0,5 %. Estes dados indicam que a indústria madeireira nacional é pouco competitiva. As causas prováveis dessa falta de competitividade estão relacionadas com as características da floresta e da ecologia amazônica, principal fonte de matéria prima florestal do país. A floresta é extremamente heterogênea, o clima é adverso à exploração florestal durante boa parte do ano; além disso, a infraestrutura da região é deficiente, dificultando o transporte e a produção e encarecendo os produtos (PONCE, 1995). No entanto, o volume exportado vem apresentando altas taxas de crescimento em relação aos demais países exportadores. De 1990 a 2004, a taxa de crescimento anual das exportações brasileiras de madeira serrada de coníferas foi de 18,43% contra 3,85% de crescimento das exportações mundiais desse produto. Com relação às exportações de madeira serrada proveniente de folhosas, o crescimento anual para o Brasil foi de 9,00% versus 2,68% das exportações mundiais no período de 1990 a 2004 (PEREZ, 2006).

A madeira tropical serrada apresentou produção 1,4% maior em 2007 quando comparado com 2006, passando de 14,7 milhões de m<sup>3</sup> para 14,9 milhões de m<sup>3</sup>. No que diz respeito ao consumo deste produto no mercado nacional, essa variação foi ainda maior, de 1,7%. Para esse produto, em 2007, o consumo interno atingiu 90% do total da produção. Estimou-se que em 2008 a produção brasileira poderia chegar a produzir 15,1 milhões de m<sup>3</sup> de madeira serrada tropical, com crescimento de 1,4% frente a 2007. Na Figura 1 pode-se observar a evolução histórica da produção e consumo de madeira serrada tropical, com estimativa para 2008 (ABIMCI, 2008).

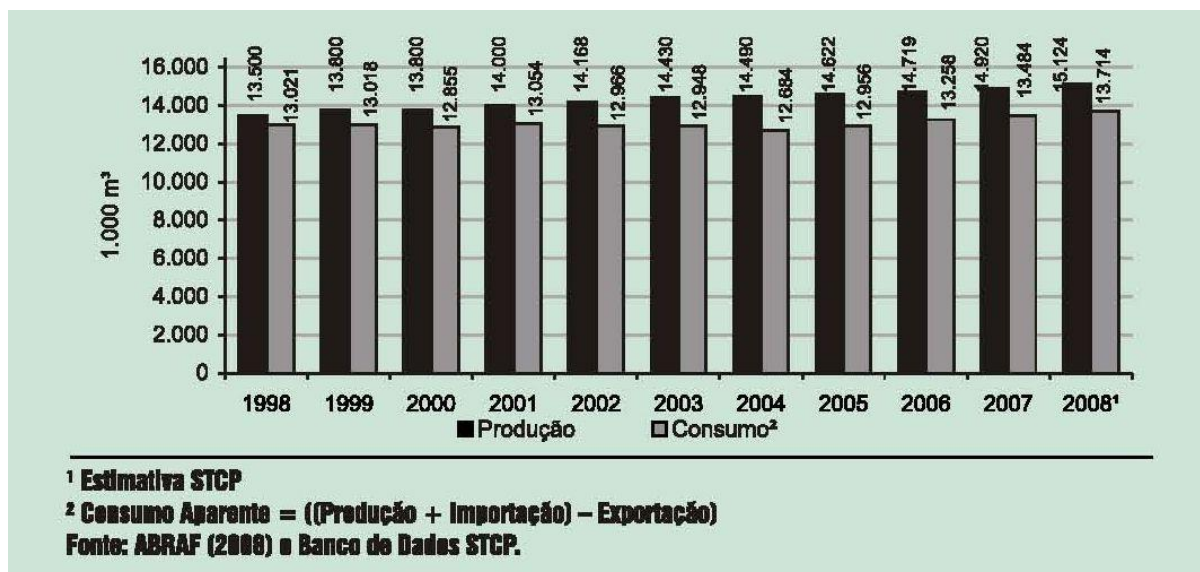


FIGURA 1 – Evolução histórica da produção e consumo da madeira serrada tropical (1998 – 2008)  
FONTE: Estudo setorial 2008, ABIMCI.

As exportações de madeira serrada tropical tiveram pequeno aumento de 2,5% em volume (1.543 mil m³ para 1.581 m³) e de 17,3% em valor (US\$ 571 milhões para US\$ 670 milhões). As exportações brasileiras desse produto apresentaram aumento de 1998 a 2004, e redução nos dois anos seguintes, recuperando levemente em 2007 (ABIMCI, 2008). No ano de 2008 para 2009 houve uma queda de 55% nas exportações de madeira serrada tropical conforme se observa na Figura 2 (ABIMCI, 2009).

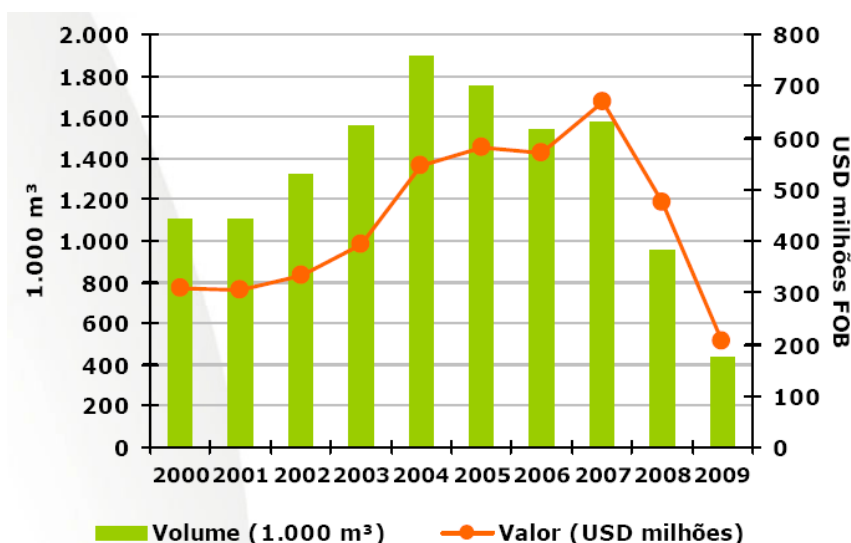


FIGURA 2 – Exportação de madeira serrada tropical (2000 – 2009)  
FONTE: Estudo setorial 2009, ABIMCI

Os principais produtos exportados foram a madeira beneficiada que correspondeu a 47% do valor exportado em 2009, seguida da madeira serrada (40%) e das chapas de compensado e laminados (7%) ( FATOS FLORESTAIS DA AMAZÔNIA, 2010).

Embora tenha reduzido o volume exportado de madeira no período de 2004 a 2009, cresceu a participação relativa do mercado interno. O Estado de São Paulo ainda é o principal mercado, com 17% do consumo em 2009. A participação do mercado da Amazônia Legal que era apenas de 11% em 2004 aumentou para 17% em 2009 (PEREIRA *et al.*, 2010).

Em 2009 foram produzidos na Amazônia Legal 5,8 milhões de metros cúbicos de madeira processada (serrada, beneficiada, laminada e compensada). O mercado nacional consumiu 79% dessa madeira enquanto 21% foram destinados ao mercado externo. Os principais países importadores dos produtos madeireiros da Amazônia legal foram os Estados Unidos (24%), França (16%) e a China (10%). Os Estados Unidos importaram essencialmente madeira beneficiada; em torno de 87%. A França importou a mesma proporção de madeira serrada (48%) e beneficiada (48%). A China importou principalmente madeira serrada (92%) (FATOS FLORESTAIS DA AMAZÔNIA, 2010).

### 3.3. PRODUÇÃO DE MADEIRA NO ESTADO DE RONDÔNIA

O Estado de Rondônia, assim como todos os demais inseridos na Amazônia Legal, sofreu, a partir da década de 70, grande incremento populacional e desenvolveu determinadas atividades, como a exploração madeireira e seu processamento industrial, que são de grande relevância para a economia regional. Estes fenômenos decorreram, em grande parte, das políticas públicas voltadas para dinamizar a região. Essas políticas alteraram, ao longo dos anos, suas concepções quanto à questão ambiental (ROCHA & BACHA, 1999).

O setor industrial do Estado de Rondônia é composto por empresas dos segmentos madeireiro, mineral, construção civil e alimentos. Estes segmentos representam 74,29% do total, sendo os municípios mais industrializados: Porto-Velho, Ji-Paraná, Ariquemis, Vilhena, Cacoal, Rolim de Moura, Pimenta Bueno, Jaru e Ouro Preto do Oeste. No que diz respeito à distribuição dos estabelecimentos

industriais por ramo de atividade, vê-se na Figura 3, que o maior número de empresas atua no segmento de produtos madeireiros (26,36%), seguido pelo setor alimentício (22,51%), construção civil (16,23%), moveleiro (6,96%), confecções (5,27%), minerais não metálicos (4,72%), e de produtos metálicos (4,30%). Cada um desses segmentos congrega mais de 100 indústrias e, no conjunto, eles representam 81,63 % do total de empresas industriais (FIERO, 2003).

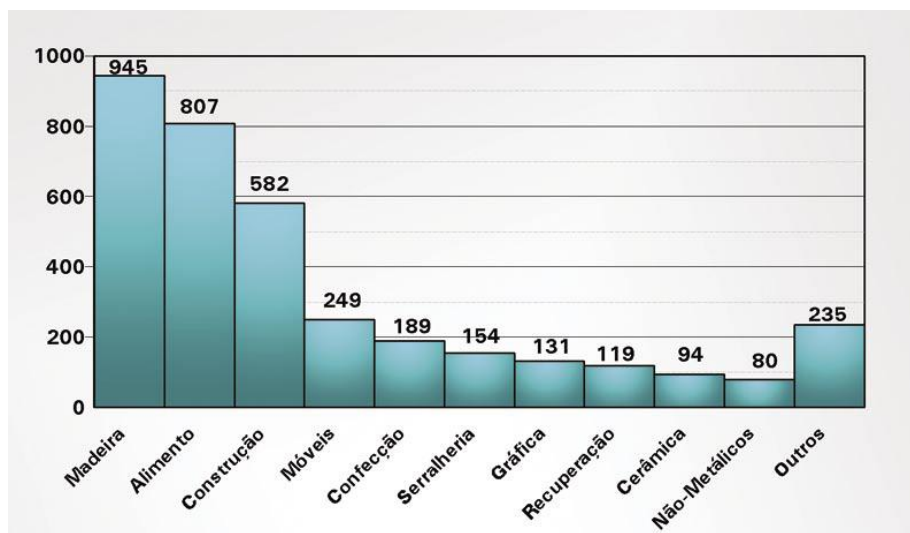


FIGURA 3 – Composição do setor industrial do estado de Rondônia por atividade  
 FONTE: FIERO, 2003

As atividades mais representativas, nos principais segmentos, são pela ordem: desdobramento de madeira, beneficiamento de cereais, fábricas de móveis de madeira, confecções de roupas, esquadrias metálicas e confecções de peças do vestiário. Tais atividades dependem totalmente, ou em grande parte, de matérias-primas e produtos regionais, com exceção do segmento de confecções. Alguns exemplos de atividades realizadas pelas indústrias madeireiras do Estado de Rondônia são o desdobro da madeira; fabricação de estruturas de madeira e artigos de carpintaria, fabricação de painéis aglomerados e painéis compensados, fabricação de artigos diversos de madeira; e, fabricação de móveis de diversos tipos (ROCHA & BACHA, 1999).

Segundo FIERO (2003), a maioria das indústrias do segmento madeireiro adquire a totalidade de suas matérias-primas dentro do Estado. Com exceção de um pequeno número de empresas localizadas nos municípios de Vilhena, Ji-Paraná e Porto Velho, que adquirem parte da madeira de outros Estados, em especial do Mato Grosso e Acre. No ano de 2003, no Estado de Rondônia, a indústria madeireira

mantinha a liderança em termos de geração de emprego, respondendo por 39,93% do total geral, com uma taxa média pouco maior que 20 empregados por indústria. Para cada emprego direto gerado na indústria madeireira eram criados pelo menos mais quatro indiretos nas operações complementares de extração e transporte de madeira até as serrarias.

Embora tenha havido em Rondônia, ao longo da evolução da exploração madeireira, uma modificação da distribuição espacial das indústrias, no ano 2000 verificou-se uma maior concentração no município de Ariquemes (10,66%), seguido por Ji-Paraná (7,02%). Anteriormente, a maior concentração se dava em Ji-Paraná, Vilhena e Rolim de Moura. É relevante notar que 43% das indústrias florestais encontravam-se diluídas por 43 municípios do Estado, inobstante 57% encontrarem-se situadas nos 9 principais. Isso indica tratar-se de um dos segmentos mais bem distribuídos e com maior capilaridade em toda a extensão territorial de Rondônia (FIERO, 2000).

A Tabela 1 mostra, no estado de Rondônia, o número de pólos madeireiros e o volume de madeira explorado no ano de 1998 até o ano de 2009 (LENTINI *et al.*, 2003 e 2005; PEREIRA *et al.*, 2010).

TABELA 1 – VOLUME DE MADEIRA EXPLORADO NO ESTADO DE RONDÔNIA EM 1998, 2004 e 2009

Ano	Nº de pólos madeireiros	Nº de indústrias	Consumo anual de toras (milhares de m³)	Produção processada total (milhares de m³)	Madeira serrada (%)
1998	16	390	4.790	1.784	45
2004	16	422	3.700	1.618	54
2009	14	346	2.220	925	64

Fonte: LENTINI *et al.* 2003, LENTINI *et al.* 2005 e PEREIRA *et al.* 2010

Segundo FIERO (2000), é muito significativa a participação da indústria de base florestal no conjunto da economia dos municípios. Tomando como base o município de Ariquemes, 19,46% do total de indústrias oficialmente instaladas no município em 2000 eram ligadas às atividades florestais, em Ji-Paraná, 11,74%, em Rolim de Moura, 14,73% e em Pimenta Bueno, 14,91%.

### 3.4. PRINCIPAIS ESPÉCIES TROPICAIS PARA SERRARIA

A preferência do mercado internacional por um seletivo grupo de espécies da Amazônia tem sido uma característica das exportações brasileiras (ANGELO, 1998).

Segundo Mercado e Campaganini (1988) o mogno, a virola, o ipê e o cedro eram as espécies preferidas dos consumidores internacionais. Porém, para Pastore Junior (1995) *Apud* Angelo (1998) as espécies ditas menos conhecidas vem conquistando o gosto e a preferência dos importadores. Espécies como angelim-pedra, cumaru, curupixá, goiabão, marupá, entre outras já estão entre as madeiras mais exportadas (ABPTRADE, 2011).

Segundo Reis (1989), cerca de 250 espécies são utilizadas pelas indústrias de madeira serrada, sendo que 80 são vendidas no mercado brasileiro e 50 são utilizadas para fins de exportação. Dentre elas estão o jatobá, sucupira, cedro, ipê, cerejeira, andiroba, angelim e muiracatiara.

No Estado de Rondônia as espécies arbóreas mais importantes para o setor madeireiro são: faveira branca (*Piptadenia* spp.), taxi (*Sclerobium* spp.), tauari (*Cariniana* spp.), abiorana (*Pouteria* spp.), breu (*Protium* spp.), faveira (*Vatairea paraensis*), muiracatiara (*Astronium lecointei*), angelim-rajado (*Pithecellobium recemosum*) e jatobá (*Hymenaea parvifolia*), dentre outras (FIERO, 2000).

### 3.5. ESPÉCIES ESTUDADAS

As três espécies utilizadas para o estudo foram o jatobá (*Hymenaea courbaril*), a muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) e a muirapiranga (*Brosimum rubescens*) que também fazem parte do seletivo grupo de espécies da Amazônia que tem sido explorado para o consumo no mercado interno e externo.

#### 3.5.1. Jatobá (*Hymenaea courbaril*)

O jatobá (*Hymenaea courbaril*) pertence à família leguminosae caesalpinoideae, conhecido também por outros nomes comuns como jataí, jutaí, jutaí-açu, jutaí-grande, entre outros (SOUZA *et al.*, 1997). Ocorre na região



Amazônica, nordeste, centro-oeste, sudeste e no Estado do Paraná. Além do Brasil, pode ser encontrado na Argentina, Bolívia e Paraguai (IPEF, 2011). Essa espécie possui cerne e alburno distintos, cerne com cor marrom-avermelhada e alburno marrom muito pálido, grã cruzada irregular, brilho moderado e textura média. A secagem é rápida apresentando defeitos pouco significativos, podendo utilizar um programa de secagem suave (IBDF, 1988). Seca rápido, tanto ao ar livre como em estufa, sem problemas sérios de rachaduras e empenamentos (SOUZA *et al.*, 1997). É de difícil trabalhabilidade, suporta bem pregos e parafusos, pode ser colada e seu acabamento é satisfatório. Possui resistência natural a ataque de fungos e cupins, sendo o cerne não tratável a soluções preservantes, pois é pouco permeável (IPEF, 2011). Por ser uma madeira com densidade alta (0,70 a 0,89 g/cm<sup>3</sup>) é destinada para construção civil, molduras, moveis de luxo, cabos para ferramentas, dormentes, arcos de instrumentos musicais, laminados decorativos entre outro (SOUZA *et al.*, 1997).

Na Figura 4, pode-se observar as características da madeira do jatobá, e no Quadro 1, são apresentadas as principais propriedades físico-mecânicas.



FIGURA 4 – Foto da madeira da espécie jatobá (*Hymenaea courbaril*)  
FONTE: <http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira>

Densidade (g/cm <sup>3</sup> )		g/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Básica aparente (15% de umidade)		0,96	960
Verde		1,24	1.240
Seca		0,85	850
Retração Total – de saturada a seca em estufa	Radial	Tangencial	Volumétrica
(%)	3,4	7,7	11,4
Índice tangencial/radial =			2,26
Resistência Mecânica (kgf/cm <sup>2</sup> )		Madeira Verde	A 15% de umidade
Compressão axial		683	838
Flexão estática		1.342	1.548
Tração normal		134	-

QUADRO 1 – Propriedades físico-mecânicas do jatobá (*Hymenaea courbaril*)

FONTE: IBAMA (2011), REMADE (2010) e Manieri &amp; Chimelo, 1989

### 3.5.2. Muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke)

A muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) pertence à família Anacardiaceae, conhecida também por aroeira, maracatiara, maracatiara-rajada, maracoatiara, muiraquatiara (IBAMA, 2011), ocorre na região Amazônica, abrangendo o Acre, Amazonas, Rondônia e Roraima. Também é encontrada no Mato Grosso, Maranhão e Pará (REMADE, 2010).

Essa espécie possui cerne e alburno distintos, cerne com cor vermelho-amarelado e alburno cor branco-rosado, anéis de crescimentos distintos, grã cruzada levemente revessa e cruzada ondulada, textura media a fina, ausência de brilho e resistência ao corte transversal sendo considerada como uma madeira dura.

A secagem é rápida com tendência moderada a rachaduras fortes, sendo o programa severo de secagem recomendado para essa espécie (IBDF, 1988). É de fácil trabalhabilidade na lixa e na broca, muito fácil no torno e regular na plaina. O acabamento é ruim na plaina, regular na lixa e excelente no torno e na broca. Boa para serrar, laminar, colar e parafusar. Recebe excelente acabamento, proporcionando superfície lustrosa (SOUZA *et al.*, 1997). Indicada para uso em construções pesadas, construções leves, embarcações, móveis, artigos decorativos, torneados, faqueados instrumentos musicais e pisos (IBDF, 1988). Na Figura 5, pode-se observar as características da madeira da muiracatiara, e no Quadro 2, são apresentadas as principais propriedades físico-mecânicas.



FIGURA 5 – Foto da madeira da espécie muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke)  
 FONTE: <http://www.abptrade.com.br/madeiras.htm>

Densidade (g/cm <sup>3</sup> )		g/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Básica aparente (15% de umidade)		0,97	970
Verde		1,19	1.190
Seca		0,90	900
Retração Total – de saturada a seca em estufa		Radial	Tangencial
(%)		4,6	7,6
Índice tangencial/radial =			1,65
Resistência Mecânica (kgf/cm <sup>2</sup> )		Madeira Verde	A 15% de umidade
Compressão axial		531	858
Flexão estática		1.026	1.485
Tração normal		104	-

QUADRO 2 – Quadro de propriedades físicas e mecânicas da muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke)

FONTE: REMADE (2010), IBDF (1988) e Manieri & Chimelo (1989)

### 3.5.3. Muirapiranga (*Brosimum rubescens*)

A muirapiranga (*Brosimum rubescens*) pertence à família Moraceae, conhecida também como conduru, amapá-amargoso, falso-pau-brasil, moirapiranga, pau-vermelho, entre outros (IBAMA, 2011). Espécie frequente nos Estados do Amazonas, Amapá, Pará, Bahia e Ceará (REMADE, 2010). Possui cerne marrom avermelhado escuro, alburno marrom claro, anéis de crescimento pouco distintos, grã cruzada e textura média (IBAMA, 2011).

Seca bem ao ar, sem problemas de rachadura e empenamento. Em estufa é lenta, apresentando tendências à rachadura de topo, encanoamento e torcimento. Moderadamente boa de trabalhar tanto com ferramentas manuais como mecânicas. Ótimo acabamento, cola bem, aceita prego e é fácil de faquear (SOUZA *et al.*, 1997).

A madeira de muipariranga é utilizada na fabricação de móveis de luxo, instrumentos musicais, objetos de adorno, entre outros. A madeira apresenta coloração vermelho intenso (um dos principais atrativos), tronco reto e longo, é resistente ao ataque de fungos e insetos, possui boa trabalhabilidade e tem pouca propensão as rachaduras e empenos (SOUZA, 1998). Na Figura 6, pode-se observar as características da madeira da muirapiranga, e no Quadro 3, são apresentadas as principais propriedades físico-mecânicas.



FIGURA 6 – Foto da madeira da espécie muirapiranga (*Brosimum rubescens*)  
 FONTE: [http://www.guiademadeiras.com.br/madeiras/muirapiranga\\_por.html](http://www.guiademadeiras.com.br/madeiras/muirapiranga_por.html)

<b>Densidade (g/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
Básica aparente (15% de umidade)		0,88	880
Verde		1,2	1.200
Seca		-	-
<b>Retração Total – de saturada a seca em estufa</b>	<b>Radial</b>	<b>Tangencial</b>	<b>Volumétrica</b>
(%)	5,3	7,8	13,2
Índice tangencial/radial =			1,47
Resistência Mecânica (kgf/cm <sup>2</sup> )		Madeira Verde	A 15% de umidade
Compressão axial		-	699
Flexão estática		-	1.562
Tração normal		75	-

QUADRO 3 – Propriedades físicas e mecânicas da muirapiranga (*Brosimum rubescens*)  
 FONTE: IBAMA (2011) e Gonzaga (2006)

### 3.6. DESDOBRIO DE MADEIRAS TROPICAIS

Para Wipieski (2002), *apud* Biasi (2005), no desdobro é muito importante a escolha do sistema que será seguido no processamento das toras, pois ele deverá servir não só para diminuir os desperdícios e obter o máximo volume utilizável, como também para bitolar corretamente o produto nas dimensões finais exigidas por normas específicas. Outros artefatos produzidos a partir das sobras deverão, dentro do possível, estar com um grau de qualidade correspondente à categoria de uso para a qual há demanda. Em muitas serrarias, são encontrados estoques de refugos de madeira, eventualmente vendidos em bruto a preços menores que os de produtos manufaturados, uma vez que a qualidade e a dimensão deles dificultam sua utilização.

Ao se planejar o desdobro é necessário levar em consideração que, normalmente, a tora ainda possui elevada umidade natural, que será parcialmente eliminada durante a secagem natural. A redução no teor de umidade abaixo da umidade de saturação das fibras ocasiona retratibilidade da madeira, que para ser compensada, deve ser serrada com dimensões um pouco maiores que as desejadas. É necessário ainda considerar a redução na largura e na espessura das madeiras que serão aplainadas (VITAL, 2008).

As sobremedidas comumente utilizadas são 10 cm no comprimento para toras. No caso de madeira serrada, utiliza-se 2 cm no comprimento, e 1 a 2 cm na largura e 2 mm para cada polegada de espessura (MONTEIRO, 2007). Na Tabela 2 pode-se observar as dimensões de peças de madeira determinadas pela ABNT 14807.

TABELA 2 – DIMENSÕES DE PEÇAS DE MADEIRA SERRADA

Peças	Espessura (cm)	Largura (cm)
Pranchão	7,1 – 10,1	>16,1
Prancha	3,9 – 7,0	>16,1
Viga	4,0 – 8,0	8,1 – 16,0
Caibro	4,0 – 8,0	5,0 – 8,0
Tábua	1,0 – 3,7	>10,0
Sarrafo	2,1 – 3,9	2,0 – 9,9
Ripa	1,0 – 2,0	2,0 – 5,0

FONTE: ABNT 14807 (2002)

Os sistemas de desdobro podem ser classificados em função de determinadas características. Quanto aos anéis de crescimento e raios lenhosos o desdobro pode ser radial ou tangencial. Quanto ao eixo longitudinal da tora pode ser paralelo ao eixo ou paralelo à casca. Já quanto à continuidade dos cortes, estes podem ser sucessivos ou em sanduíche, simultâneos ou alternados em relação ao eixo longitudinal (MONTEIRO, 2007).

### 3.7. RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA

O rendimento volumétrico é a relação entre o volume produzido de madeira serrada e o volume utilizado de madeira em forma de tora expresso em porcentagem. Entretanto pode ocorrer uma série de fatores que interferem no volume obtido de madeira serrada, influenciando assim no rendimento volumétrico (BIASI, 2005).

O aproveitamento das toras nas serrarias gira em torno de 45 a 55% para folhosas (ROCHA, 2002). O restante enquadra-se na categoria de subprodutos como pó, serragem, cavacos, cascas, costaneiras, aparas e pontas.

A técnica para o desenvolvimento das operações de corte a serem realizadas na madeira varia principalmente com a disponibilidade da serraria no que se refere a equipamentos e mão-de-obra, além de aspectos como dimensões de tora, espécies de madeira e qualidades de defeitos (VITAL, 2008).

O desafio de qualquer serraria para manter-se competitiva no mercado prende-se ao contínuo aperfeiçoamento e melhoria no desempenho das suas operações a começar pelo rendimento (MANHIÇA, 2010). Para Vital (2008) a avaliação precisa da forma e da qualidade da tora, bem como a otimização das decisões de corte contribuem grandemente para a maximização do rendimento.

Para o cálculo de rendimento em madeira serrada é necessário partir dos dados básicos, obtendo-se as seguintes variáveis (VITAL, 2008):

- Diâmetro da tora;
- Conicidade da tora (C), calculada pela equação:

$$C = \frac{D - d}{L}$$

Onde,

D= diâmetro máximo;

d= diâmetro mínimo;

L=comprimento da tora.

- Volume da tora (T), calculado pela equação:

$$VT = \frac{\pi}{8} (D^2 + d^2) \cdot L$$

- Volume de madeira serrada (S), calculado pela equação:

$$VMS = \sum_{i=1}^n a_i b_i c_i$$

Onde,

n = número de peças serradas, em dimensões comerciais obtidas por toras;

$a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$  = largura, espessura e comprimento das peças serradas.

- O rendimento em madeira serrada (R%) é obtido através da seguinte fórmula (ROCHA, In: OLIVEIRA *et al.* 2007):

$$R = \frac{S}{T} \times 100$$

Onde,

R = Rendimento em %

S = Volume em madeira serrada (m<sup>3</sup>)

T = Volume de toras em m<sup>3</sup> utilizado para obter S

O coeficiente de rendimento volumétrico determinado pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para empresas que trabalham com florestas de concessão é de 45%, variando de acordo com a espécie florestal, a qualidade da matéria-prima, o tipo de processo industrial, o nível de tecnologia da indústria e o tipo e a qualidade do produto final (CONAMA, 2009).

### 3.8. FATORES QUE AFETAM O RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA

O rendimento em madeira serrada é influenciado por diversos fatores, tais como características das espécies, maquinário, mão de obra e, principalmente, pelo diâmetro das toras. Além desses fatores, o tratamento que é dado às toras ainda no pátio da serraria e outras decisões de como desdobrá-las são fatores fundamentais para que se atinjam bons níveis de rendimento (MURARA JUNIOR, 2006).

O rendimento em madeira serrada pode ser influenciado ainda pelo comprimento, conicidade e defeitos, máquinas de desdobro, modelos de corte (dimensão da madeira serrada), habilidades e experiência dos operadores das máquinas (TSOUMIS, 1991).

#### 3.8.1. Diâmetro das toras

Para Tsoumis (1991), geralmente na medida em que o diâmetro da tora aumenta também aumenta o rendimento volumétrico. Na maioria das vezes o desdobro de tora de menor diâmetro resulta em perdas de madeira na forma de costaneiras e refilos com presença de alburno afetando diretamente o rendimento em madeira serrada. Essa perda diminui com a utilização de toras de maior diâmetro (MANHIÇA, 2010).

#### 3.8.2. Qualidade das toras

Segundo Vital (2008), tanto o rendimento em madeira serrada quanto a eficiência de uma serraria são afetados pela qualidade das toras, que também influencia na qualidade da madeira serrada. Tendo reflexos sobre todos os sistemas de produção da serraria.

A qualidade da tora está diretamente ligada com a conicidade, tortuosidade, bifurcação, tronco sulcado, excentricidade, nós, protuberâncias, inclinação de grã, rachaduras, proporção de lenho inicial e lenho tardio, anéis ondulados e tensões de crescimento. Dentre esses principais fatores, deve-se dar uma atenção maior a conicidade e a tortuosidade. A conicidade afeta a classificação das toras, aumenta o resíduo, reduz o rendimento e modifica as propriedades mecânicas da madeira serrada (Vital 2008). A tortuosidade é outro fator que merece uma atenção especial



em serrarias, pois quando presente em toras, afeta a produção da madeira serrada limitando o comprimento das peças produzidas e, portanto, o rendimento. Além disso, a tortuosidade afetará as propriedades da madeira, aumentará a produção de resíduo e induzirá a produção de madeira de reação (MANHIÇA, 2010; Vital, 2008).

### 3.8.3. Técnicas de desdobro

Segundo Rocha (2002), para se ter um bom desempenho das operações dentro de uma serraria, o que garante melhor rendimento, produto de melhor qualidade e redução dos riscos de acidentes, entre outros fatores, é necessário que os responsáveis pelo gerenciamento da mesma conheçam e definam todas as operações executadas, desde a entrada das toras até a madeira serrada em suas dimensões finais.

Moosmayer (1984) *apud* Manhiça (2010) menciona alguns requisitos que devem ser associados às técnicas de desdobro, entre os quais, a velocidade de processamento, cortes múltiplos, flexibilidade e rapidez na variação dos modelos de corte, mecanização e automatização do fluxo de produção e separação e reaproveitamento dos resíduos.

Dentre eles se destaca a escolha do modelo de corte, que afeta diretamente a eficiência da serraria, rendimento e a qualidade da madeira serrada. A escolha do modelo de corte vai depender da qualidade da madeira a ser processada, do tipo de equipamento disponível na serraria, do nível de automação e da qualidade desejada da madeira serrada (Vital, 2008).

### 3.8.4. Operação dos equipamentos

O equipamento que será utilizado para o desdobro de toras em uma serraria depende essencialmente de vários fatores que incluem o tipo de produto a fabricar, espécies e suas características, dimensões das toras e produção pretendida. É comum encontrar grande parte de serrarias de pequeno porte que processam madeira na condição de pouca automação operando com equipamento lento. O desdobro principal geralmente é feito fundamentalmente na serra fita simples ou dupla, serra fita tandem com carro porta-tora, de onde resultam na maioria das vezes pranchões, semi-blocos ou blocos. Nesta etapa, a experiência do operador da

máquina principal afeta de forma considerável o rendimento volumétrico (MANHIÇA, 2010).

Para Murara Junior (2006), a escolha dos operadores da serra principal, resserradeiras, canteadeiras e destopadeiras é de grande importância, tendo em vista que esses operadores estão continuamente tomando decisões que dizem respeito a fatores que dependem do bom funcionamento das máquinas, que, por sua vez, afetam o desempenho da indústria, como produtividade, qualidade do produto e elevado índice de retrabalho para recuperação da matéria-prima. A decisão pessoal de um operador de como desdobrar uma tora, dificilmente obterá o nível ótimo, isso porque ele raramente conseguirá obter a melhor visualização de todas as alternativas no pouco tempo que tem para a tomada de decisões.

### 3.9. APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS

O grande volume de subprodutos gerados pelas indústrias de transformação da madeira é um problema existente em praticamente todas as serrarias brasileiras. Embora as empresas modernas incluam em sua atividade o gerenciamento ambiental e o aproveitamento integrado de seus subprodutos, a maioria das serrarias instaladas ainda está despreparada para o descarte apropriado de seus rejeitos (REMADE, 2005).

Existem várias opções para o aproveitamento dos subprodutos, como exemplo pode-se citar a utilização nas indústrias de painéis de madeira reconstituída, compostagem, geração de energia pela queima direta ou transformação em briquetes, entre outras possibilidades.

Segundo JARA (1987) a geração de subprodutos está diretamente ligada aos seguintes fatores:

- Falta de qualidade da matéria-prima;
- Ausência de medidas que mantenham a qualidade da matéria-prima (proteção das toras);
- Adoção de técnicas menos apuradas de desdobro;
- Escolha incorreta das ferramentas de corte;
- Adoção de velocidade de corte incorreta;
- Decisões equivocadas dos operadores das serras de desdobro, etc.

Segundo Fagundes (2006) e De Paula (2006), no processo de desdobro de uma tora são gerados subprodutos de diferentes formatos, características e volume que, em maior ou menor grau apresentam condições de aproveitamento em outros processos produtivos ou simplesmente como material combustível apto à geração de energia em tais processos. Tais subprodutos podem ser assim identificados:

Refilos – proveniente do processo de refilagem da madeira, onde define-se a largura das tábuas retirando-se a casca e os defeitos laterais.

Costaneiras - peças externas obtidas quando do processamento primário das toras de madeira. Produto de baixo valor agregado, pela sua degradação rápida em função da taxa de alburno e um destino que não viabiliza os custos com um tratamento preservativo que prolongue sua vida útil (FAGUNDES, 2006).

Destopos - proveniente do corte das pontas com defeitos em tábuas ou pranchões.

Serragem - proveniente da ação mecânica de serras e máquinas usadas no desdobro da madeira. Para cada tipo de máquina ou de serra há um resíduo característico, podendo classificar tais sobras como finas ou grossas, conforme abaixo:

- Serragem grossa - é constituída por lascas, maravalha e cavacos;
- Serragem fina - formada por pó de serra de diferentes tamanhos de partículas (DE PAULA, 2006).

Como mostra a Figura 7, em 2004 cerca de 45% dos resíduos produzidos nas indústrias madeireiras acabaram sendo queimados, 6% abandonados, 24% utilizados para produzir carvão e o restante utilizados em fornos de olarias (5%) ou outros usos diversos (15%). (LENTINI *et al.*, 2005).

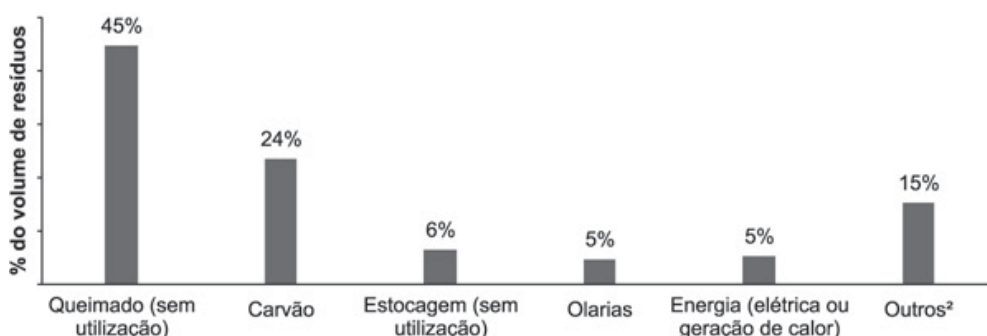


FIGURA 7 – Principais usos dos resíduos de madeira em indústrias madeireiras da Amazônia legal no ano de 2004

FONTE: Lentini *et al.* (2005)

No ano de 2009, o volume de madeira em tora não aproveitado diretamente pela indústria madeireira foi de 8,3 milhões de metros cúbicos. Na Figura 8 observa-se que desse total 19% foram convertidos em carvão, 18% foram para a fabricação de tijolos e telhas de barro em olarias e 14% foram para a cogeração de energia no processamento de madeira ou para o uso em estufas de secagem. Além disso, 24% dos resíduos foram aproveitados de diversas formas em aterros, como adubo, lenha, entre outros. Os resíduos não aproveitados (9%) foram queimados ou abandonados como entulho. A proporção de entulho foi de 16% no ano de 2009 (PEREIRA *et al.*, 2010).

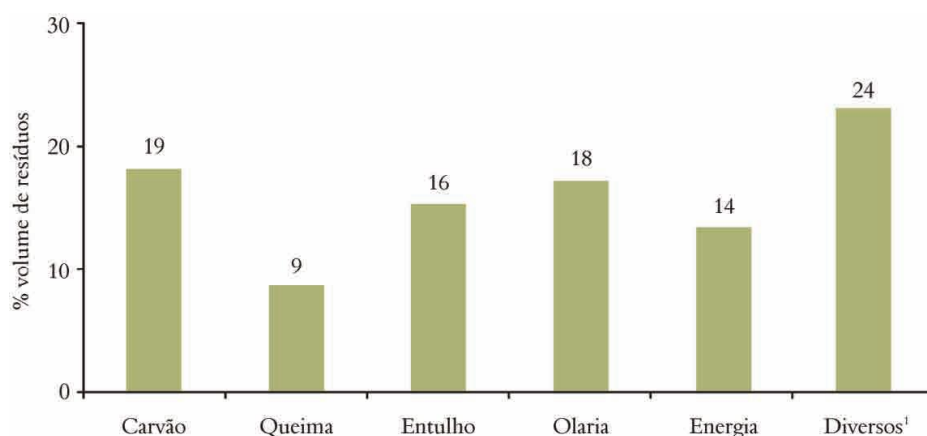


FIGURA 8 – Principais usos dos resíduos de madeira em indústrias madeireiras da Amazônia legal no ano de 2009

FONTE: Fatos Florestais da Amazônia (2010)

### 3.10. CUSTOS DE MATÉRIA PRIMA

Segundo Reis (1989) existe alguns problemas referentes ao suprimento de matéria-prima para as indústrias na região amazônica. Primeiramente, as características sazonais que prevalece na região e que influem diretamente na exploração e no transporte das toras da floresta para a indústria. Em segundo lugar é a distância cada vez maior entre a floresta e as indústrias e destas para o mercado consumidor. A crescente alta do preço no transporte tem inviabilizado ou desestimulado as atividades florestais e industriais na região. O transporte de toras por caminhões a distâncias superiores a 300 km tem se tornado comum. No Pará e Amazonas, Estados que utilizam com maior intensidade o transporte hidroviário, as

distâncias de transporte são ainda maiores, chegando até 1.000 km, o que tem onerado o preço da matéria-prima (BIASI, 2005).

Além dos problemas com a exploração e transporte da matéria-prima, existem outros agravantes como a falta de mão-de-obra, quer seja especializada ou não; disponibilidade de equipamento e tecnologia, pois nessa região variam dos mais modernos e eficientes aos mais arcaicos; e a uniformidade e qualidade dos produtos, que são comprometidas pela falta de regras de classificação padronizadas e em consequência disso, o desenvolvimento do mercado para a madeira amazônica fica muito limitado (Reis, 1989).

Para Reis (1989), outro fator que limita o fornecimento de matéria-prima está relacionado com o número limitado de espécies que são comercializadas, inviabilizando a exploração econômica da floresta pela indústria. O excesso de exploração dessas poucas espécies ao longo do tempo acaba acarretando em sua escassez.

No estudo realizado por Angelo *et al.* (2004) percebe-se que com a escassez da matéria-prima florestal em várias regiões da Amazônia, empresários buscam alternativas para manter suas atividades, seja por meio de adoção de técnicas de manejo florestal, seja por meio de reflorestamento com espécies potenciais para a região, entre as quais se destacam a teca, *Tectona grandis* ; o mogno, *Swietenia macrophylla* ; o pinho-cuiabano, *Schizolobium amazonicum*; e outras. Somam-se a esses fatores os custos do transporte, a carência de pesquisa e de informações técnicas, o baixo nível tecnológico da indústria, o pequeno número de espécies utilizadas, a falta de linhas de crédito para produção e o descompasso entre as atividades produtivas e os organismos oficiais normativos. Todos estes fatores afetam a oferta de produtos madeireiros nos mercados interno e externo.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL DA COLETA DE DADOS

Os dados utilizados neste estudo foram coletados na serraria MADEFLONA Industrial Madeireira Ltda, localizada no Município de Itapuã do Oeste no Estado de Rondônia, a 130 km da capital Porto Velho. Pertencente ao grupo Madeireira Litorânea é prestadora de serviço terceirizado para a empresa florestal AMATA S/A localizada em São Paulo - SP. Esta empresa dedica-se a produção de madeira certificada para exportação e para venda no mercado interno. Esse produto pode ter origem tanto de florestas nativas como de florestas plantadas. Os mercados para os quais a AMATA fornece seus produtos são para os de madeira sólida (móveis, pisos, construção civil), fibras (papel e celulose) e energia (biomassa e gusa). Por trabalhar com gestão de manejo sustentável de Florestas Nacionais, também considera as possibilidades de desenvolver negócios com produtos não madeiráveis e serviços ambientais. Esses produtos poderão ser destinados às indústrias farmacêuticas, de cosméticos, de alimentos e ao mercado de *commodities* climáticas.

### 4.2. DESCRIÇÃO DA SERRARIA

A serraria onde foi desenvolvido o estudo é considerada de pequeno a médio porte, uma vez que sua produção média é de 1000 m<sup>3</sup> de tora para 400 m<sup>3</sup> em madeira serrada por mês. É constituída basicamente por um pátio de tora com espaço reservado para a estocagem da madeira serrada ao ar livre e dois galpões; um onde se encontra o maquinário e outro utilizado para a separação e classificação dos subprodutos e armazenamento de madeira serrada seca em estufa. O maquinário é composto de uma serra fita simples com volante frisado com diâmetro de 1,35 m, serra com espessura de 2,8 a 3,2 mm, dependendo da espécie e carro transportador pneumático com capacidade para toras de até 150 cm de diâmetro e 9,50 m de comprimento, onde é feito o desdobro principal das toras; uma serra circular simples com disco de 35 a 42 cm de diâmetro com alimentação manual para



a operação de refilagem ou canteagem; e uma serra circular destopadeira pendular com disco de 35 cm de diâmetro para o destopo das peças com defeitos (Figura 9).

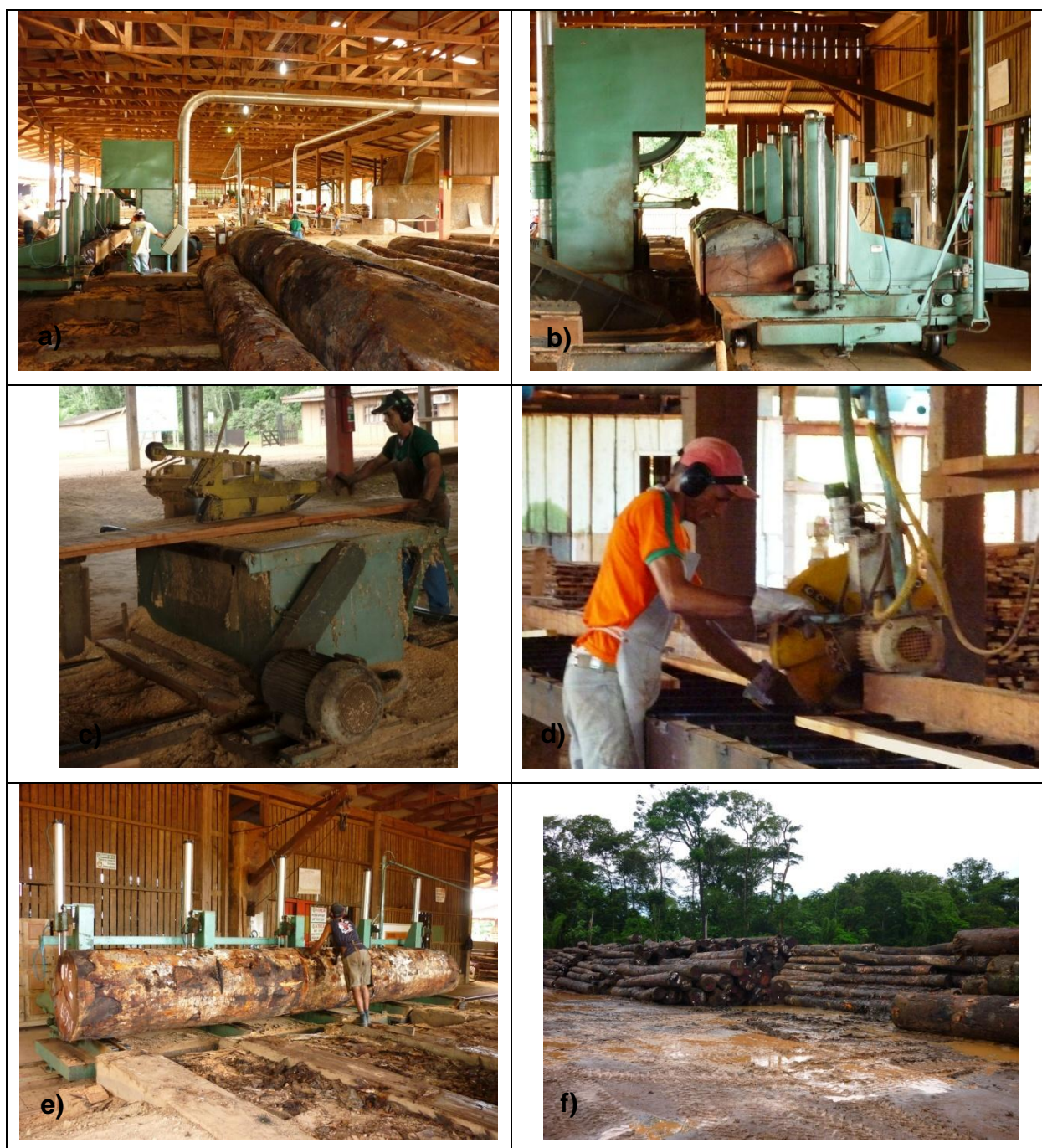


FIGURA 9 – Serraria e equipamentos. a) Serraria; b) Serra fita; c) Serra circular refiladeira; d) Serra circular destopadeira; e) Carro transportador e guincho; f) Pátio de toras

FONTE: A autora

#### 4.3. ESPÉCIES ESTUDADAS

As espécies utilizadas para este estudo foram obtidas na Unidade de Manejo Florestal III (UMF III) que está situada dentro da Floresta Nacional Jamari (FLONA Jamari), localizada nos Municípios de Candeias do Jamari, Itapuã do Oeste e Cujubim no Estado de Rondônia (Figura 10). A área total da FLONA é de 225.799,75 hectares, dividida em três UMFs – UMF I (Concessionária MADEFLONA Indústria Madeireira Ltda), UMF II (Concessionária Sakura Indústria e Madeiras Ltda) e UMF III (Concessionária AMATA S/A).

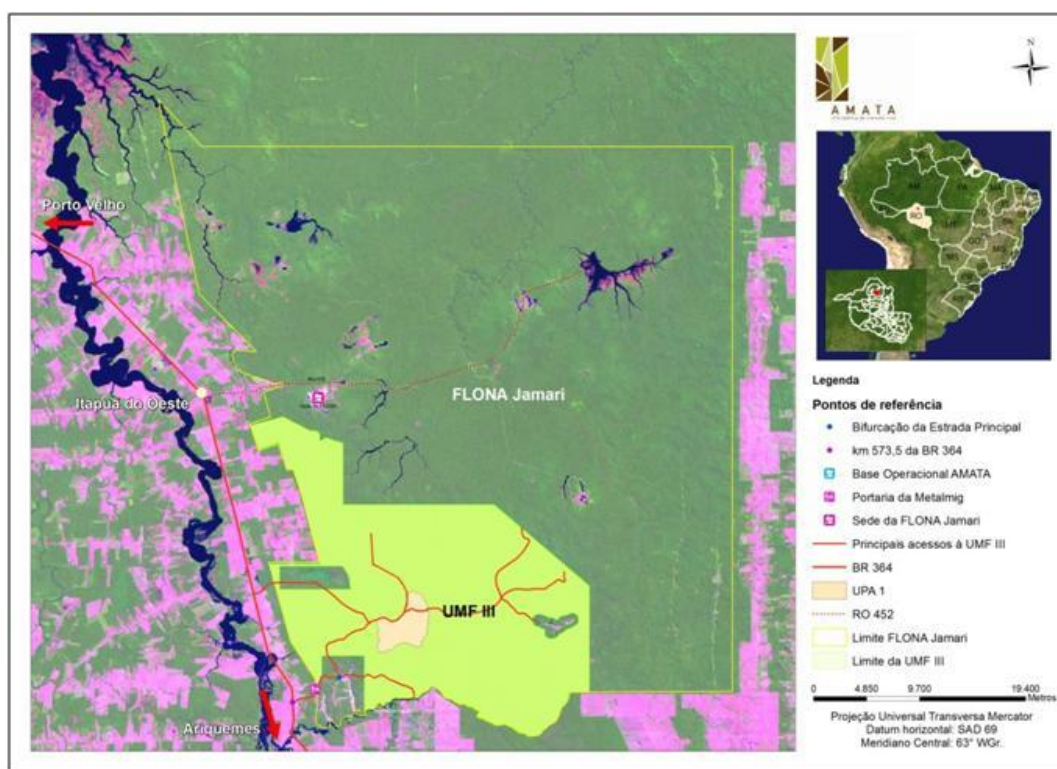


FIGURA 10 – Croqui de localização da FLONA Jamari  
FONTE: Plano operacional UPA 01 – AMATA S/A

Com 46.184,253 hectares a UFM III está localizada nos Municípios de Itapuã do Oeste e Cujubim tendo como concessionária a empresa AMATA S/A, responsável pela gestão de manejo sustentável desta área. Como o ciclo de colheita dessa unidade de manejo é de 25 anos, a área foi dividida em 25 Unidades de Produção Anual (UPAs) com aproximadamente 1.800 ha. As espécies utilizadas foram obtidas na UPA 01, primeira unidade de produção anual da UMF III (Figura 11), sendo a colheita realizada no mês de outubro do ano de 2010 e seu desdobro iniciado no mês de abril de 2011.



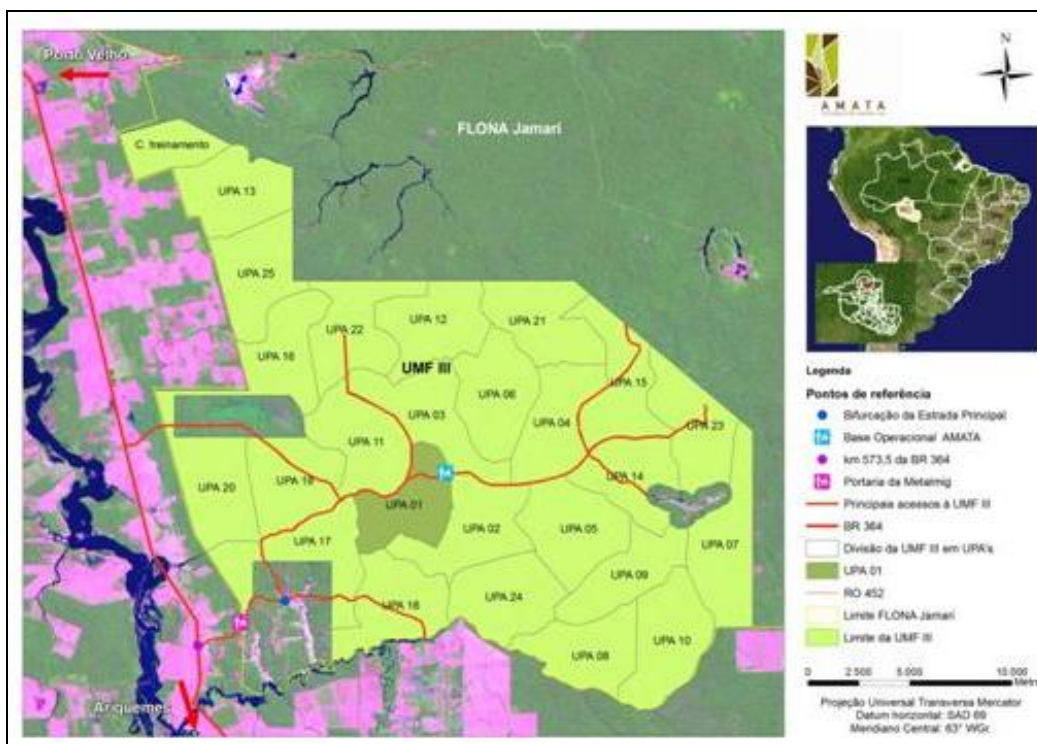


FIGURA 11 – Localização da UPA 01 na UMF III  
 FONTE: Plano Operacional UPA 01 – AMATA S/A

No total 43 espécies foram exploradas na UPA 01. Dentre as mais conhecidas comercialmente estão o angelim-pedra, cumaru, embireira, faveira-ferro, garapeira, itaúba, jatobá, jaquitibá, roxinho, muiracatiara, muirapiranga, maçaranduba e tauari-vermelho. Desse montante foram selecionadas três espécies para realizar o estudo: a muiracatiara (*Astronium Lecoitei*), o jatobá (*Hymenaea parvifolia*) e a muirapiranga (*Brosimum rubescens*), por estarem entre as espécies com maior pedido em carteira, portanto as primeiras a serem retiradas da floresta e desdobradas na serraria.

#### 4.4. SELEÇÃO DAS TORAS

Para cada espécie foram selecionadas 4 classes diâmetricas com 5 toras cada. Desta forma, foram obtidas 20 toras para a espécie muiracatiara, 20 para a muirapiranga e 20 para o jatobá, totalizando 60 toras, conforme a Tabela 3. Antes do desdobro as toras foram separadas por espécie e classes diamétricas e tiveram suas circunferências medidas na ponta fina, meio e ponta grossa para o cálculo do

diâmetro médio. Também foi tomada a medida de comprimento de cada tora para em seguida calcular seu volume.

Durante a medição cada tora foi numerada dentro das classes da seguinte forma: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 e 1.5...4.4, 4.5. Sendo o primeiro número representante da classe e o segundo da tora dentro da classe (Figura 12).



FIGURA 12 – a) Toras identificadas por classe diamétrica; b) Toras identificadas por classe diamétrica e nº da tora dentro da classe

FONTE: A autora

TABELA 3 – NÚMERO DE TORAS SEPARADAS POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ, MUIRACATIARA E MUIRAPIRANGA

Classe (diâmetro)	Espécies	Número de Toras	Diâmetro (cm)	Comprimento médio (m)
1	Jatobá	5	35,0 - 50,0	4,43
2	Jatobá	5	51,0 - 65,0	6,07
3	Jatobá	5	66,0 - 80,0	6,74
4	Jatobá	5	81,00 - 108	7,01
1	Muiracatiara	5	35,0 - 50,0	7,69
2	Muiracatiara	5	51,0 - 65,0	7,20
3	Muiracatiara	5	66,0 - 80,0	9,30
4	Muiracatiara	5	81,00 - 108	5,56
1	Muirapiranga	5	35,0 - 50,0	6,59
2	Muirapiranga	5	51,0 - 65,0	6,91
3	Muirapiranga	5	66,0 - 80,0	6,09
4	Muirapiranga	5	81,00 - 108	7,01
TOTAL		60		

#### 4.5. OBTENÇÃO DO VOLUME DAS TORAS

Para a determinação do volume das toras selecionadas para o estudo, foram tiradas três medidas da circunferência da tora com casca, uma na ponta fina, uma no meio e outra na ponta grossa, com o auxílio de uma fita métrica. Através da divisão das medidas da circunferência pelo  $\pi$  foi obtido o diâmetro de cada posição – diâmetro da ponta fina (d1), diâmetro central (dm) e diâmetro da ponta grossa (d2). Utilizando-se do cálculo da média aritmética, obteve-se o diâmetro médio (D) de cada tora. Como os comprimentos das toras variavam de 3,50 até 9,50 m, essas medidas também foram tomadas. Através desses dados foi calculado o volume de cada tora selecionada, usando a seguinte equação (1):

$$V = \frac{\pi \times D^2}{40000} \times C \quad (1)$$

Onde:

V = volume da tora (m<sup>3</sup>);

D = diâmetro médio da tora (cm);

C = comprimento da tora (m)

#### 4.6. DESDOBRAMENTO DAS TORAS

Segundo Biasi (2005) o processo de desdobro refere-se ao sistema utilizado pela serraria para desdobrar uma tora em peças de seção quadrangular. Este sistema pode ser adaptado, modificado ou sofrer uma nova configuração para atender diversas necessidades, como variação da matéria-prima (forma da tora).

Para facilitar a organização das peças desdobradas e posterior medição, as toras foram posicionadas em ordem por espécie, classe diamétrica e numeração dentro da classe, como mostra o Quadro 4.

ESPÉCIES	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4
	Toras	Toras	Toras	Toras
Muiracatira	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Jatobá	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Muirapiranga	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5

QUADRO 4 – Ordem das toras para o desdobro principal

FONTE: A autora

No processo de desdobro principal as toras passaram pela serra fita simples onde se definiu a espessura final da peça – 25 mm (espessura nominal). Primeiramente foram retiradas as costaneiras e as duas primeiras tábuas, formando um semi-bloco. Posteriormente o semi-bloco foi desdobrado em cortes sucessivos. Para as toras pertencentes à classe 4, devido à proporção dos seus diâmetros, foram feitos blocos e em seguida cortes sucessivos (Figura 13). As tábuas obtidas na serra fita seguiram diretamente para a serra circular de mesa onde foram refiladas em tábuas com diferentes larguras, variando de 80 a 300 mm. O último processo foi realizado na serra circular destopadeira, onde foram retirados os defeitos, como nós, rachaduras, ataques de brocas, etc., sendo as tábuas dimensionadas nos comprimentos comerciais, nesse caso variando de 65 cm até 7 metros (Figura 14). No Quadro 5 são apresentados os produtos serrados produzidos no processo de desdobro da serraria.

A maior parte dos subprodutos gerados na serraria como costaneiras com cascas, refilos, destopos e serragem, foram incinerados em um forno junto à destopadeira. Devido ao grande desperdício de matéria prima e danos causados ao meio ambiente, vem se desenvolvendo projetos para o reaproveitamento desses subprodutos, como a utilização da biomassa para geração de energia, desenvolvimento de pequenos artefatos decorativos, cabos de ferramentas, pisos, móveis, etc.



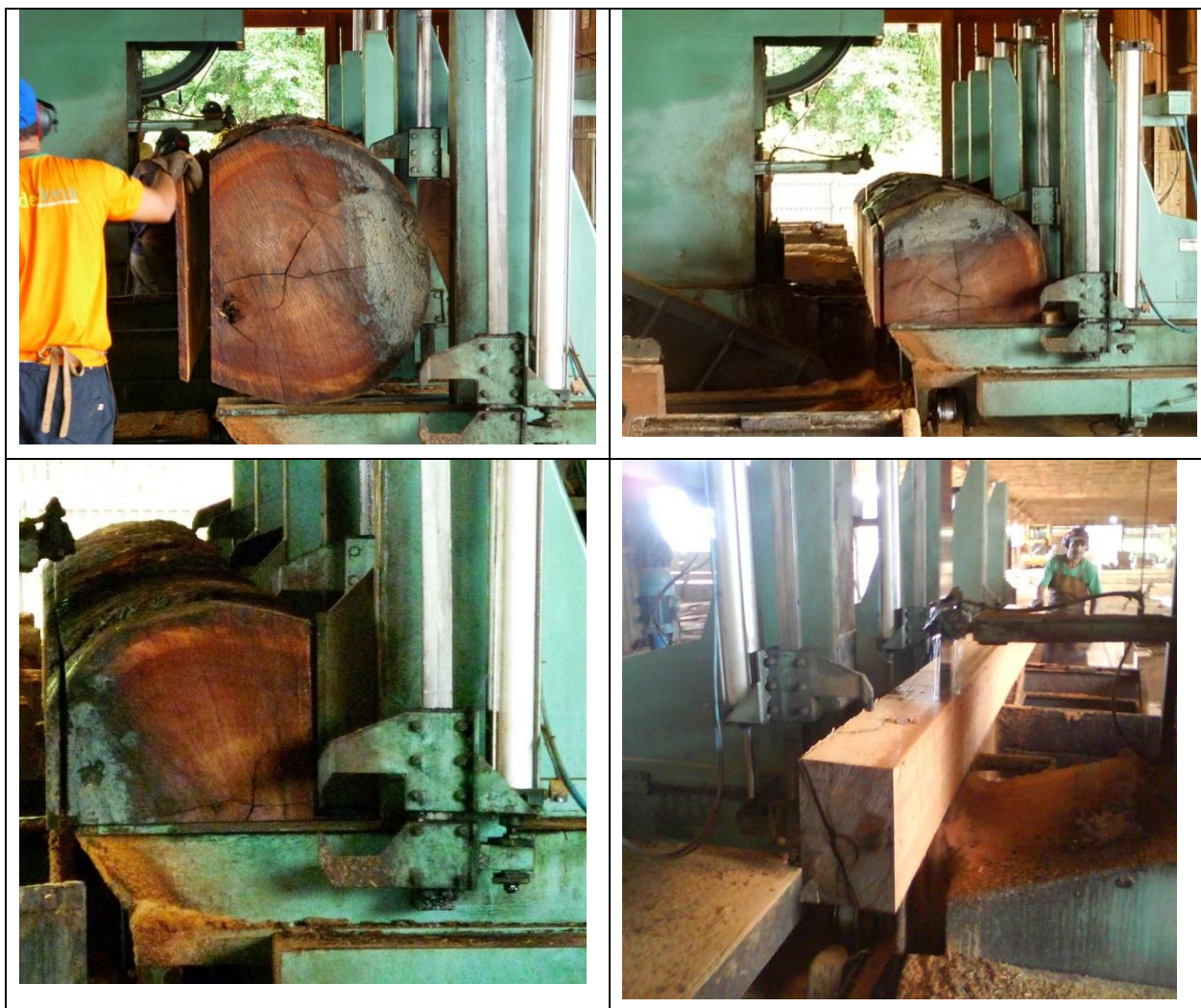


FIGURA 13 – Processo de desdobro principal das toras na serra fita  
FONTE: A autora

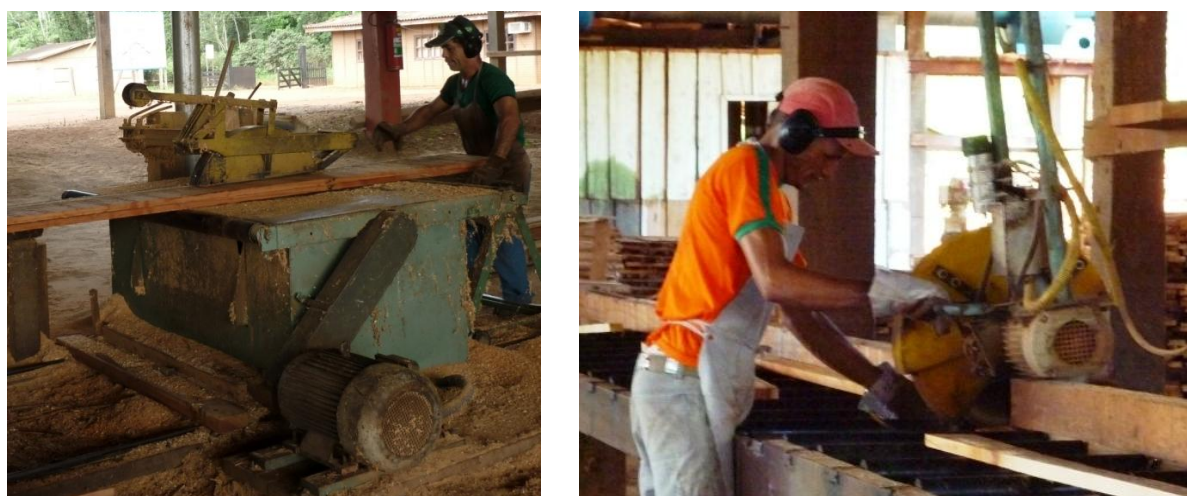


FIGURA 14 – Operação de refilo e destopo na serra circular  
FONTE: A autora

Nome	Espessura (cm)	Largura (cm )
Bloco, quadro ou filé	>12,0	>12,0
Pranchões	>7,0	>20,0
Prancha	4,0 – 7,0	>20,0
Viga	>4,0	11,0 – 20,0
Vigota	4,0 – 8,0	8,0 – 11,0
Caibro	4,0 – 8,0	5,0 – 8,0
Tábua	1,0 – 4,0	>10,0
Sarrafo	2,0 – 4,0	2,0 – 10
Ripa	<2,0	<10,0

QUADRO 5 – Madeira serrada produzida na serraria

FONTE: Resolução Nº 411, CONAMA

#### 4.7. CLASSIFICAÇÃO DAS TÁBUAS POR QUALIDADE

As tábuas foram separadas por classe de qualidade, seguindo o procedimento da empresa. Essa divisão foi feita em madeira de primeira e segunda qualidade. Foram consideradas de primeira qualidade as tábuas com largura de 100 mm acima, com 85% de cerne, presença de apenas um nó e/ou um furo de broca em peças curtas (até 3,5 metros) e dois nós e/ou dois furos de broca em peças compridas (de 4 a 7 metros). Foram consideradas tábuas de segunda qualidade aquelas que possuíam largura de 80 mm mesmo com 85% de cerne, presença de brancal (alburno) acima de 15%, dois nós e/ou dois furos de broca em peças curtas e 4 nós e/ou 4 furos de broca em peças compridas (Figura 15).





FIGURA 15 – Classificação das tábuas em primeira e segunda qualidade; a) Madeira de primeira qualidade; b) Madeira de segunda qualidade; c) Nó na madeira; d) Furo de broca  
 FONTE: A autora

#### 4.8. OBTENÇÃO DO VOLUME DE MADEIRA SERRADA VERDE

Após o destopo as tábuas receberam a mesma marcação das toras para evitar a perda de informações. Em seguida foram separadas por classe, tora, qualidade e larguras para facilitar as medições e anotações. Tendo em vista a grande quantidade de tábuas geradas no processo de desdobro, não foram tomadas as medidas de largura e espessura de todas as peças, sendo consideradas, para o cálculo do volume em madeira serrada as medidas nominais utilizadas na serraria – 25 mm para espessura e 80, 100, 150, 160, 200, 250 e 300 mm para largura. Como

a variação de comprimento foi muito grande, foram tomadas medidas de todas as peças com auxílio de uma trena. Desta forma, para a obtenção do volume em madeira serrada de cada tora, foi feita a contagem das tábuas por largura e comprimento.

Para a determinação de volume individual da madeira serrada verde foi utilizada a seguinte fórmula (2):

$$VMSi = Lg \times E \times C \quad (2)$$

Onde:

$VMSi$  = volume individual da tábua ( $m^3$ )

$Lg$  = largura nominal da tábua (transformada em m)

$E$  = espessura nominal da tábua (transformada em m)

$C$  = comprimento da tábua (m)

Após calculado o volume de cada peça de madeira serrada verde, obteve-se o volume total em madeira serrada através da seguinte fórmula (3):

$$VMS = \sum VSMi \quad (3)$$

Onde:

$VMS$  = Volume total em madeira serrada ( $m^3$ )

$\sum VMSi$  = Somatório do volume individual das tábuas ( $m^3$ )

#### 4.9. AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO VOLUMÉTRICO EM MADEIRA SERRADA VERDE

Após a determinação do volume de todas as tábuas procedentes de cada tora, por classe de qualidade, foi possível calcular o rendimento em madeira serrada por classe de qualidade dentro de cada classe diamétrica através das seguintes fórmulas (4 e 5):

$$R_1\% = \frac{\sum V_1}{V_T} \times 100 \quad (4)$$

$$R_2\% = \frac{\sum V_2}{V_T} \times 100 \quad (5)$$



Onde:

$R_1\%$  = Rendimento em madeira serrada de primeira qualidade

$R_2\%$  = Rendimento em madeira serrada de segunda qualidade

$\sum V_1$  = Somatório dos volumes das tábuas de primeira qualidade ( $m^3$ )

$\sum V_2$  = Somatório dos volumes das tábuas de segunda qualidade ( $m^3$ )

$V_T$  = Volume total das toras que originaram as tábuas

Desta forma pode-se calcular o rendimento total em madeira serrada verde de todas as toras selecionadas para o estudo, utilizando-se da seguinte fórmula (6):

$$R_T\% = R_1\% + R_2\% \quad (6)$$

Onde:

$R_T\%$  = Rendimento total em madeira serrada

$R_1\%$  = Rendimento em madeira serrada de primeira qualidade

$R_2\%$  = Rendimento em madeira serrada de segunda qualidade

#### 4.10. OBTENÇÃO DO VOLUME DE SUBPRODUTOS

Para determinar a quantidade de subprodutos gerados no processo de desdobro, por tora e classe diamétrica para cada espécie estudada – costaneiras, refilos, destopos e serragem (Figura 16) – primeiramente foi determinado o rendimento em madeira serrada verde ( $R\%$ ). Através desses resultados foi possível quantificar a perda de matéria-prima em forma de subprodutos com base na seguinte fórmula (8):

$$S\% = 100 - R\% \quad (8)$$

Onde:

$S\%$  = Subprodutos gerados no processo

$R\%$  = Rendimento em madeira serrada verde



FIGURA 16 – Subprodutos gerados no desdobro  
FONTE: A autora

#### 4.11. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para esse estudo foi feita uma análise estatística com teste de comparação de médias baseada na análise de variância (ANOVA), que verifica se os fatores (espécie, classe diamétrica e qualidade) causaram um efeito diferente nas variáveis em análise a 95% de probabilidade. O teste de comparação foi feito através do método de Tukey, utilizado para discriminar as diferenças entre as médias dos tratamentos a 95% de probabilidade. Na avaliação os principais tratamentos foram o efeito da espécie, classe diamétrica, e qualidade da madeira no rendimento em madeira serrada. As variáveis analisadas foram o rendimento e geração de subprodutos.

Os resultados estatísticos foram obtidos através da utilização do software Statgraphics plus 4.1 como ferramenta de auxílio.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS

#### 5.1.1. JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*)

No Quadro 6 são apresentados os defeitos que foram encontrados nas toras selecionadas para a espécie jatobá. Pode-se observar que as toras com maior diâmetro apresentam maior frequência de defeitos, afetando diretamente os resultados de rendimento em madeira serrada.

Classe	Tora	Defeito	Classe	Tora	Defeito	Classe	Tora	Defeito	Classe	Tora	Defeito
Classe 1	1	tortuosa	Classe 2	1	oco	Classe 3	1	oco	Classe 4	1	rachadura oco
	2	-		2	tortuosa		2	rachadura		2	rachadura oco
	3	-		3	-		3	-		3	rachadura oco
	4	-		4	-		4	rachadura		4	rachadura
	5	-		5	-		5	rachadura		5	rachadura

QUADRO 6 – Defeitos encontrados nas toras da espécie Jatobá

FONTE: A autora

Na Tabela 4 são apresentados resultados gerais de rendimentos médios em madeira serrada de primeira e segunda qualidade, das 4 classes diamétricas de toras da espécie jatobá. Os rendimentos totais variaram de 18,05% a 30,31%, sendo a média geral correspondente a 26,44%, mostrando uma tendência de aumento de rendimento em função das classes diamétricas estudadas. Porém, é importante observar que, exceto para a classe 4, todas as outras classes apresentaram um rendimento médio em madeira de segunda qualidade maior que de madeira de primeira qualidade, isso provavelmente se dá pelo grande percentual de alburno presente nas toras de jatobá, principalmente nas classes de menor diâmetro. Ainda na Tabela 4 observa-se que somente quatro toras apresentaram valores de rendimento acima de 30%, fator que influenciou diretamente nos valores médios

elevados de subprodutos gerados nos processos de desdobro da tora na serra fita, na refilagem das tábuas na serra circular e no destopo das tábuas na destopadeira.

TABELA 4 – CLASSE DIAMÉTRICA, NÚMERO DE TORAS, VOLUME DE TORA (M³), VOLUME SERRADO DE 1ª E 2ª QUALIDADE, RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE 1ª E 2ª QUALIDADE (%), RENDIMENTO TOTAL (%) E SUBPRODUTOS (%) PARA 4 CLASSES DA ESPÉCIE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*)

Classe	Tora	Volume de tora (m³)	Volume serrado 1ª (m³)	Volume serrado 2ª (m³)	R% em madeira de 1ª	R% em madeira de 2ª	R% total	S%
1 (35-50)	1	0,5919	0,0545	0,0255	9,20	4,31	13,51	86,49
	2	0,8342	0,0674	0,0539	8,07	6,46	14,53	85,47
	3	0,4395	0,0144	0,0754	3,27	17,14	20,42	79,58
	4	0,5356	0,0127	0,0962	2,38	17,95	20,33	79,66
	5	0,7013	0,0358	0,1147	5,10	16,36	21,46	78,54
<b>Média</b>					<b>5,61</b>	<b>12,44</b>	<b>18,05</b>	<b>81,95</b>
2 (51-65)	1	2,5084	0,2093	0,4234	8,35	16,88	25,23	74,77
	2	1,6133	0,2259	0,1341	14,00	8,31	22,31	77,69
	3	1,2182	0,1212	0,2336	9,95	19,18	29,13	70,87
	4	2,0965	0,3432	0,1835	16,37	8,75	25,13	74,87
	5	1,4728	0,1701	0,3253	11,55	22,09	33,64	66,36
<b>Média</b>					<b>12,04</b>	<b>15,04</b>	<b>27,09</b>	<b>72,91</b>
3 (66-80)	1	3,1552	0,6552	0,5309	20,77	16,83	37,59	62,41
	2	2,2641	0,2352	0,4528	10,39	19,99	30,39	69,61
	3	3,0662	0,5310	0,4087	17,32	13,33	30,65	69,35
	4	2,4653	0,3299	0,3520	13,38	14,28	27,66	72,34
	5	3,1158	0,3705	0,4130	11,89	13,26	25,15	74,85
<b>Média</b>					<b>14,75</b>	<b>15,54</b>	<b>30,29</b>	<b>69,71</b>
4 (81-108)	1	4,2548	0,7122	0,3796	16,74	8,92	25,66	74,34
	2	5,7216	1,1294	0,4836	19,74	8,45	28,19	71,81
	3	4,7274	1,1949	0,5579	25,28	11,80	37,08	62,92
	4	4,7378	1,1808	0,5469	24,92	11,54	36,46	63,54
	5	4,2458	0,6899	0,3359	16,25	7,91	24,16	75,83
<b>Média</b>					<b>20,58</b>	<b>9,73</b>	<b>30,31</b>	<b>69,69</b>
<b>Média geral</b>					<b>13,25</b>	<b>13,19</b>	<b>26,44</b>	<b>73,57</b>

Os rendimentos médios e os subprodutos médios obtidos para as 4 classes estudadas da espécie jatobá são apresentados na Tabela 5. Para os valores de rendimento o teste de Tukey evidenciou diferenças estatísticas ao nível de 99% de probabilidade entre a classe 1 com as demais classes. A classe 1 apresentou rendimento médio de 18,05%, menor quando comparado com as classes 2, 3 e 4 que indicaram semelhança estatística entre seus rendimentos médios, sendo eles 27,07%, 30,29% e 30,31% respectivamente. Esse resultado mostrou-se menor em função das toras serem de diâmetros menores, o que acarretou muita perda em forma de costaneiras, refilos e madeira de segunda qualidade. Observando os resultados de rendimentos médios em madeira de segunda qualidade apresentados na Tabela 4, percebe-se que a classe 1 foi a que obteve maior percentual de tábuas

de segunda qualidade, apresentando somente as toras 1 e 2 com maiores rendimentos em madeira serrada de primeira qualidade. Devido às grandes perdas e aos baixos resultados de rendimento, os valores médios de subproduto apresentaram-se extremamente altos. O teste de Tukey demonstrou diferença estatística ao nível de 99% de probabilidade para os resultados médios de subprodutos, sendo a classe 1 com maior resultado (81,95%). As classe 2, 3 e 4 não apresentaram diferença estatística entre elas, porém as duas últimas ficaram com um valor muito aproximado tanto para o rendimento como para a geração de subprodutos. Isso pode ser justificado devido à ocorrência de três toras (60%) com problema de oco (ataque causado por organismos xilófagos) e rachaduras radiais em todas as toras na classe 4, enquanto que na classe 3 houve somente uma tora que apresentou problema de oco e três delas possuíam rachaduras radiais. Das vinte toras estudadas cinco apresentaram oco (25%), oito rachaduras radiais (40%) e duas problema de tortuosidade (10%) (Quadro 6).

TABELA 5 – VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA A ESPÉCIE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*)

Classe	Rendimento (%)	Valor p	Subproduto (%)	*Coeficiente de Variação (%)	Valor p
1	18,05 b	0,0014**	81,95 a	20,62	0,0017 **
2	27,09 a		72,91 ab	16,22	
3	30,29 a		69,71 b	15,38	
4	30,31 a		69,69 b	20,03	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade

\*\*Significativo ao nível de 99% de probabilidade

\*Mesmo C.V. para o rendimento e subproduto

No estudo de rendimento em madeira serrada de jatobá feito por Cavallet *et al.* (2010), o rendimento médio apresentado foi de 35,18%, aproximando-se dos valores encontrados nas classes 3 e 4, de 30,29% e 30,31% respectivamente. Contudo, se comparado com a média geral que foi de 26,44%, seu estudo obteve melhor resultado. Deve-se ressaltar que o autor não especificou o diâmetro médio das toras utilizadas para seu estudo, fato que pode ter influenciado no seu melhor desempenho. Já, Oliveira *et al.* (2003) encontraram em estudo de 15 espécies florestais mais comercializadas no município de Jaru, Estado de Rondônia um rendimento em madeira serrada para o Jatobá de 49,66%, quase o dobro do valor

médio encontrado para este estudo. Essa diferença pode ser devido às toras terem sido mais bem selecionadas por Oliveira *et al.* em relação ao diâmetro e qualidade.

Conforme os dados obtidos, é possível afirmar que a espécie jatobá (*Hymenaea courbaril*) apresentou baixo rendimento e consequentemente alta geração de subprodutos, quando comparada a outras espécies que também podem ser caracterizadas como de alta densidade, como o angelim pedra (*Dinizia excelsa*) com 66,2% e copiúba (*Goupia glabra*) com 51,93% (TONINI & ANTÔNIO, 2004) e a itaúba (*Mezilaurus itauba*) com rendimento de 53,90% (BIASI, 2005).

O baixo rendimento acompanhado de alta geração de subprodutos pode ser explicado através da observação da estrutura anatômica da espécie, que possui uma alta proporção de alburno o qual não possui boas propriedades físicas e mecânicas podendo ser descartado (CAVALLET *et al.*, 2010), ou no caso deste estudo, ser considerado como madeira de segunda qualidade. Outros fatores que afetaram o rendimento em madeira serrada da espécie jatobá foram a presença de oco em 25% das toras e rachaduras radiais presente nas toras de maior diâmetro como mostra a Figura 17.



FIGURA 17 – Madeira de jatobá: a) Toras com presença de oco (ataque de organismos xilófagos); b) Tora com grande proporção de alburno e presença de oco; c) Tora com grande proporção de alburno e rachaduras radiais

FONTE: A autora e Cavallet *et al.* (2010)

A Tabela 6 apresenta os valores médios de rendimento por classe de qualidade. Na serraria a madeira serrada é dividida em classe de primeira e segunda qualidade, conforme descrito no item 4.7.

Para os valores médios gerais de rendimento por classe de qualidade não foi detectada diferença estatística ao nível de 95% de probabilidade, sendo os valores médios de 13,25% e 13,19% respectivamente. Nota-se na Tabela 4 que somente a classe 4 obteve maior rendimento médio para madeira de primeira qualidade, 20,58% para 9,73%, diferente das classes 1, 2 e 3 onde o rendimento médio em madeira de segunda foi maior, mesmo apresentando algumas toras com maior

rendimento em madeira de primeira qualidade. Neste caso destaca-se a classe 1, onde o rendimento em madeira de primeira apresentou um resultado extremamente baixo, 5,61% em comparação com o rendimento em madeira de segunda, 12,44%. Isso ocorreu devido às características da espécie, com grande proporção de alborno e presença de rachaduras radiais; e também devido às características das toras estudadas - presença de oco e tortuosidade.

TABELA 6 – VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE PARA A ESPÉCIE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*)

Qualidade	Rendimento (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p
1ª Qualidade	13,25 a	49,07	0,8648 ns
2ª Qualidade	13,19 a	38,06	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pela Análise de variância (ANOVA)

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

No mesmo estudo feito por Oliveira *et al.* (2003), constatou-se que o valor médio em madeira de qualidade (pranchas, caibros, ripas, assoalho, lambril e rodapé), foi bem maior do que o encontrado nesse estudo (41,57% e 13,25% respectivamente). Enquanto que o valor encontrado para rendimento em madeira de segunda qualidade (madeira de aproveitamento como tacos e balaústres) foi menor (8,09% para 13,19%).

Para Rocha (2000) é normal que toras com menores diâmetros apresentem rendimentos baixos. Neste caso, pode-se justificar o baixo rendimento em madeira serrada de primeira qualidade, principalmente na classe 1. Entretanto, como mostra a Figura 18 o fator decisivo para a queda do rendimento em madeira de primeira qualidade foram os defeitos provocados pela anatomia da espécie e também pela ação de agentes xilófagos.



### 5.1.2. MUIRACATIARA (*Astronium lecointei* Ducke)

No Quadro 7 são apresentados os defeitos que foram encontrados nas toras selecionadas para a espécie muiracatiara. Pode-se observar que as toras com maior diâmetro apresentam maior frequência de defeitos, afetando diretamente os resultados de rendimento em madeira serrada. Porém, nesse caso as toras com menor diâmetro também apresentaram defeitos, devido ao ataque das brocas da madeira, ocasionado pelo grande tempo de estocagem no pátio de toras.

Classe	Tora	Defeito	Classe	Tora	Defeito	Classe	Tora	Defeito	Classe	Tora	Defeito
Classe 1	1	ataque de broca e tortuosa	Classe 2	1	-	Classe 3	1	-	Classe 4	1	oco
	2	ataque de broca		2	-		2	-		2	
	3	-		3	-		3	ataque de broca e tortuosa		3	oco
	4	ataque de broca e tortuosa		4	oco e ataque de broca		4	tortuosa		4	tortuosa
	5	-		5	-		5	oco		5	oco

QUADRO 7 – Defeitos encontrados nas toras da espécie muiracatiara

FONTE: A autora

Observa-se na Tabela 7, que para a espécie muiracatiara a média geral de rendimento entre as 4 classes foi de 33,99% com variação de 28,69% a 37,32%, onde o menor rendimento foi verificado na classe 1 e os maiores na classe 2 e 4 que tiveram praticamente o mesmo resultado. Desta vez não houve uma tendência de aumento no rendimento de acordo com as classes diamétricas, pois a classe 2 obteve melhor resultado que a classe 3, com 37,12% e 32,84% respectivamente. Isso pode ser atribuído à maior ocorrência de toras com defeitos encontradas na classe 3 (Quadro 7).

Também na Tabela 7 são apresentados os valores médios de subprodutos gerados no processo de desdobro das toras. Os resultados obtiveram média para as 4 classes de 66,01% e variação de 62,68% a 71,31%.

TABELA 7 – CLASSE DIAMÉTRICA, NÚMERO DE TORAS, VOLUME DE TORA (M<sup>3</sup>), VOLUME SERRADO DE 1ª E 2ª QUALIDADE, RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE 1ª E 2ª QUALIDADE (%) E RENDIMENTO TOTAL (%) PARA 4 CLASSES DA ESPÉCIE MUIRACATIARA (*Astronium lecointei* Ducke)

Classe	Tora	Volume de tora (m <sup>3</sup> )	Volume serrado 1ª (m <sup>3</sup> )	Volume serrado 2ª (m <sup>3</sup> )	R% em madeira de 1ª	R% em madeira de 2ª	R% total	S%
1 (35-50)	1	1,0753	0,0105	0,3840	0,98	35,71	36,69	63,31
	2	1,4431	0,1124	0,1949	7,79	13,50	21,29	78,71
	3	1,0839	0,0271	0,2832	2,50	26,13	28,63	71,37
	4	1,1799	0,0424	0,2292	3,59	19,42	23,01	76,99
	5	0,8155	0,0126	0,2634	1,55	32,30	33,85	66,15
<b>Média</b>					<b>3,28</b>	<b>25,41</b>	<b>28,69</b>	<b>71,31</b>
2 (51-65)	1	2,6810	0,4415	0,7650	16,47	28,53	45,00	55,00
	2	1,9743	0,2552	0,4957	12,93	25,11	38,03	61,97
	3	2,1965	0,2270	0,4775	10,33	21,74	32,08	67,92
	4	1,7796	0,3293	0,3330	18,51	18,71	37,22	62,78
	5	2,3913	0,3219	0,4738	13,46	19,82	33,28	66,72
<b>Média</b>					<b>14,34</b>	<b>22,78</b>	<b>37,12</b>	<b>62,88</b>
3 (66-80)	1	4,2606	0,9648	0,6023	22,64	14,14	36,78	63,22
	2	4,6985	1,1239	0,7097	23,92	15,10	39,02	60,98
	3	3,6362	0,8148	0,6357	22,41	17,48	39,89	60,11
	4	3,9250	0,4585	0,8567	11,68	21,83	33,51	66,49
	5	5,1180	0,4308	0,3379	8,42	6,60	15,02	84,98
<b>Média</b>					<b>17,81</b>	<b>15,03</b>	<b>32,84</b>	<b>67,16</b>
4 (81-108)	1	3,6421	1,0356	0,2829	28,43	7,77	36,20	63,80
	2	5,9768	1,8964	0,6181	31,73	10,34	42,07	57,93
	3	3,1192	0,6499	0,6836	20,84	21,92	42,75	57,25
	4	3,8932	1,5639	0,5077	25,25	12,07	37,32	62,68
	5	5,1963	1,0388	0,4288	19,99	8,25	28,24	71,76
<b>Média</b>					<b>25,25</b>	<b>12,07</b>	<b>37,32</b>	<b>62,68</b>
<b>Média geral</b>					<b>15,17</b>	<b>18,82</b>	<b>33,99</b>	<b>66,01</b>

Mesmo com resultados de rendimento maiores que os encontrados para o jatobá, ainda assim a muiracatiara apresentou altos valores para a geração de subprodutos. Isso ocorreu, provavelmente, devido ao fato de que 55% das toras estudadas apresentaram defeitos causados pelo ataque de brocas da madeira, ocasionado pelo grande tempo de estocagem das toras no pátio ( $\pm 6$  meses), além de problemas de tortuosidade e oco, como pode-se observar no Quadro 7 e na Figura 18.



FIGURA 18 – Madeira de muracatiara: a) tora com ataque de brocas; b) tábua com ataque de broca; c) presença de oco; d) toras tortuosas

FONTE: A autora

As médias de rendimento em madeira serrada e geração de subprodutos para a espécie muracatiara são apresentadas na Tabela 8, dando destaque aos resultados encontrados para cada classe diamétrica estudada.

TABELA 8 – VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA A ESPÉCIE MURACATIARA (*Astronium lecontei* Ducke)

Classe	Rendimento (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p	Subproduto (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p
1	28,69 a	28,69	0,2570 ns	71,31 a	9,34	0,1725 ns
2	37,12 a	13,68		62,88 a	8,08	
3	32,84 a	31,25		67,16 a	15,29	
4	37,32 a	15,61		62,68 a	15,44	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Para os valores médios de rendimento por classe diamétrica e para a geração de subprodutos o Teste de Tukey não apresentou diferença estatística ao nível de 95% de probabilidade. Embora não tenha havido diferença estatística, percebe-se que as classes 2 e 4 obtiveram resultado melhores de rendimento em madeira serrada, 37,12% e 37,32%, seguido de valores menores de subproduto, 62,88% e 62,68% respectivamente, quando comparadas à classe 1, 28,69% de rendimento e 71,31% de subproduto. A diferença entre as classes de maior rendimento (classes 2 e 4) e a classe de menor rendimento (classe 1) foi de, aproximadamente, 8,63 pontos percentuais. Numa escala produtiva, essa diferença pode acarretar reduções de custos de produção consideráveis, contudo esse não é o foco desta pesquisa. A classe 3 alcançou valores de rendimento e subprodutos bem próximos às classes 2 e 4.

Os motivos pelos quais a classe 1 obteve menor rendimento em madeira serrada e maior geração de subprodutos foram: toras com diâmetros menores e presença de 60% das toras atacadas por brocas, sendo que duas delas além de estarem atacadas eram tortuosas (Quadro 7).

Os valores iguais de rendimento e geração de subprodutos alcançados pelas classes 2 e 4, mesmo a última tendo toras com diâmetros maiores que todas as outras classes, podem ter ocorrido devido a 80% das toras da classe 4 apresentarem problemas como oco e tortuosidade, enquanto que para classe 2 somente 20%, ou seja, uma tora apresentou problema de oco e ataque de broca (Quadro 7). Porém, é importante observar na Tabela 7 que, mesmo a classe 2 apresentando rendimento total igual à classe 4, seu rendimento em madeira de segunda qualidade foi bem maior que o rendimento em madeira serrada de primeira qualidade, 22,75% para 14,34%, enquanto que para a classe 4 o resultado foi inverso, 12,07% de rendimento em madeira de segunda qualidade para 25,25% de rendimento em madeira serrada de primeira qualidade. Isso significa que, embora a classe 4 tenha apresentado maior número de toras com defeito, ainda assim o volume produzido de produtos com maior valor agregado foi bem maior que na classe 2.

Na Tabela 8, observa-se que a classe 3 apresentou rendimento total menor que a classe 2, mesmo com toras de maior diâmetro, possivelmente pela presença de 60% das toras com ataque de brocas, tortuosidade e oco e também devido ao

método de desdobro que foi utilizado. Ainda assim, seu rendimento em madeira de primeira qualidade foi maior que para a classe 2 (Tabela 7).

Dutra *et al.* (2005), encontraram em seu estudo um valor médio de 32,30% de rendimento em madeira serrada e 67,68% de subproduto para a espécie muiracatiara, mostrando-se próximo ao valor encontrado neste estudo, 33,99% de rendimento e 66,01% de subproduto. A justificativa dos autores para o baixo rendimento e alta geração de subprodutos foi o baixo nível tecnológico de conversão mecânica das toras em madeira serrada da serraria onde foi realizada sua coleta de dados. Porém, Oliveira *et al.* (2003) encontraram um valor médio de rendimento em madeira serrada bem maior, 63,83%. Essa diferença pode ser devido às toras terem sido mais bem selecionadas em relação ao diâmetro e qualidade.

Na Tabela 9 são apresentados os valores médios de rendimento por classe de qualidade.

TABELA 9 – VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE PARA A ESPÉCIE MUIRACATIARA (*Astronium lecontei* Ducke)

Qualidade	Rendimento (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p
1ª Qualidade	15,17 a	61,05	0,6208 ns
2ª Qualidade	18,82 a	43,08	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pela Análise de variância (ANOVA)

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Para esses valores não houve diferença estatística ao nível de 95% de probabilidade, sendo os valores médios de rendimento de 15,17% para a madeira de primeira qualidade e rendimento de 18,82% para madeira de segunda qualidade.

Embora não tenha ocorrido diferença estatística, percebe-se que o rendimento em madeira de segunda qualidade, neste caso, foi maior do que o rendimento em madeira de primeira. A diferença entre a classe de maior rendimento (primeira qualidade) e a classe de menor rendimento (segunda qualidade) foi de 3,65 pontos percentuais. Em escala produtiva essa diferença pode influenciar na diminuição dos ganhos para a empresa, devido à produção de maior volume de produtos com menor valor agregado.

No estudo feito por Oliveira *et al.* (2003), o rendimento em madeira serrada de qualidade (denominada pelos autores como pranchas, caibros, ripas, assoalho,

lambril, roda-pé e lâminas) para a muiracatiara foi de 47,94%, muito melhor quando comparado com o rendimento em madeira de primeira qualidade obtido nesse estudo, 15,17%. Já, o valor médio de rendimento em madeira de segunda (denominada pelos autores como tacos e balaústres) encontrado pelos autores foi aproximado ao obtido, 15,98% e 18,82% respectivamente. O principal motivo para essa diferença de valores pode estar relacionado ao tempo de estocagem das toras e à seleção em relação ao diâmetro e qualidade das mesmas.

Nota-se na Tabela 7 que as classes com menor diâmetro, 1 e 2, obtiveram maior rendimento em madeira de segunda. Isso ocorreu devido às características da espécie, que apresenta grande quantidade de albúno em toras de menor diâmetro. Por ser um tecido que armazena substância de reserva, o albúno torna-se um atrativo aos organismos xilófagos. No caso da muiracatiara, o tempo de estocagem das toras e a grande porção de albúno presentes nas mesmas foram a principal causa do ataque desses organismos, principalmente na classe 1. Além das toras atacadas ainda pode-se observar problemas de tortuosidade e oco nas classes de maior diâmetro. Desta forma, os resultados elevados de rendimento em madeira de segunda obtidos na classe 1 e 2, acabaram influenciando na proximidade dos valores médios de rendimento em madeira de primeira e segunda qualidade.

### 5.1.3. MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens*)

No Quadro 8 são apresentados os defeitos que foram encontrados nas toras selecionadas para a espécie muirapiranga. Pode-se observar que as toras com maior diâmetro apresentam maior frequência de defeitos, afetando diretamente os resultados de rendimento em madeira serrada.

Classe	Tora	Defeito	Classe	Tora	Defeito	Classe	Tora	Defeito	Classe	Tora	Defeito
Classe 1	1	-	Classe 2	1	-	Classe 3	1	rachadura	Classe 4	1	rachadura
	2	-		2	-		2	oco		2	rachadura e tortuosa
	3	-		3	-		3	rachadura e tortuosa		3	oco e rachadura
	4	-		4	-		4	rachadura		4	oco e rachadura
	5	-		5	-		5	rachadura		5	rachadura

QUADRO 8 – Defeitos encontrados nas toras da espécie muirapiranga

FONTE: A autora

Pode-se observar na Tabela 10, que para a espécie muirapiranga a média de rendimento entre as quatro classes foi de 29,22% com variação de 27,69% a 33,34%, onde o maior valor de rendimento em madeira serrada foi verificado na classe 2, 33,34% e os menores rendimentos nas classes 1 e 4, que apresentaram praticamente o mesmo valor, 27,69% e 27,61% (Tabela 10). Como a muiracatiara, a muirapiranga também não demonstrou tendência de aumento no rendimento de acordo com as classes diamétricas, pois a classe 2 obteve melhor resultado quando comparada com as classes 3 e 4, novamente podendo ser atribuído a grande frequência de toras com defeitos nas classes de maior diâmetro (Quadro 8).

TABELA 10 – CLASSE DIAMÉTRICA, NÚMERO DE TORAS, VOLUME DE TORA (M³), VOLUME SERRADO DE 1ª E 2ª QUALIDADE, RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE 1ª E 2ª QUALIDADE (%) E RENDIMENTO TOTAL (%) PARA 4 CLASSES DA ESPÉCIE MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens*)

Classe	Tora	Volume de tora (m³)	Volume serrado 1ª (m³)	Volume serrado 2ª (m³)	R% em madeira de 1ª	R% em madeira de 2ª	R% total (%)	S%
1 (35-50)	1	1,4690	0,1123	0,4189	7,64	28,52	36,16	63,84
	2	1,2473	0,1061	0,2152	8,50	17,25	25,75	74,25
	3	0,9982	0,0357	0,1764	3,57	17,67	21,24	78,76
	4	1,3575	0,0784	0,2342	5,77	17,25	23,03	76,97
	5	0,9929	0,0488	0,2714	4,92	27,34	32,25	67,75
<b>Média</b>					<b>6,08</b>	<b>21,60</b>	<b>27,69</b>	<b>72,31</b>
2 (51-65)	1	1,8052	0,0670	0,3981	3,71	22,05	25,76	74,24
	2	1,0112	0,1358	0,5356	13,43	22,43	35,86	64,14
	3	2,3316	0,2964	0,6251	12,71	26,81	39,52	60,48
	4	1,7709	0,2201	0,4449	12,43	25,12	37,55	62,45
	5	1,7376	0,2129	0,2734	12,25	15,73	27,99	72,01
<b>Média</b>					<b>10,91</b>	<b>23,43</b>	<b>33,34</b>	<b>66,66</b>
3 (66-80)	1	2,4789	0,5048	0,4465	20,37	18,01	38,38	61,62
	2	3,3866	0,4495	0,5691	13,27	16,80	30,08	69,92
	3	2,4427	0,0055	0,2949	0,23	12,07	12,30	87,70
	4	2,9081	0,3132	0,4996	10,77	17,18	27,95	72,05
	5	1,93875	0,2163	0,4157	11,16	21,44	32,59	67,41
<b>Média</b>					<b>11,16</b>	<b>17,10</b>	<b>28,26</b>	<b>71,74</b>
4 (81-108)	1	3,7198	0,2498	0,6746	6,71	18,14	24,85	75,15
	2	3,5943	0,3252	0,3116	9,05	8,67	17,72	82,28
	3	4,7104	0,8032	1,0464	17,05	22,22	39,27	60,73
	4	6,0311	1,3188	0,8876	21,87	14,72	36,58	63,42
	5	4,6431	0,4174	0,4932	8,99	10,62	19,61	80,39
<b>Média</b>					<b>12,73</b>	<b>14,87</b>	<b>27,61</b>	<b>72,39</b>
					<b>10,22</b>	<b>19,00</b>	<b>29,22</b>	<b>70,78</b>

Ainda na Tabela 10 são apresentados os valores médios de subprodutos gerados no processo de desdobro das toras. O resultado médio obtido para as quatro classes foi de 70,78% com variação de 66,66% a 72,39%. Neste caso, os maiores resultados foram encontrados nas classes 1 e 4 e o menor na classe 2, do

mesmo modo não seguindo a tendência de decréscimo de acordo com as classes diamétricas.

A muirapiranga apresentou média total de rendimento em madeira serrada maior que a encontrada para o jatobá (2,78 pontos percentuais) e menor do que a média encontrada para a muiracatiara (4,77 pontos percentuais). Mesmo com média de rendimento maior que o jatobá, ainda assim apresentou baixos valores de rendimento e em consequência disso, altos valores de subprodutos. Esses resultados podem ter sido decorrentes das toras que apresentaram defeitos como oco, tortuosidade (25%) e também pelas características anatômicas da espécie como presença de rachaduras radiais nas toras com maior diâmetro (35%), e grande proporção de alburno nas toras de menor diâmetro, o que ocasiona maior rendimento em madeira de segunda qualidade e maior perda de matéria-prima em forma de subprodutos.

Na Tabela 11 observa-se os valores médios de rendimento em madeira serrada e geração de subproduto para as 4 classes da espécie muirapiranga.

TABELA 11 – VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA A ESPÉCIE MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens*)

Classe	Rendimento (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p	Subproduto (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p
1	27,69 a	22,82	0,6454 ns	72,31 a	8,74	0,3346 ns
2	33,34 a	18,27		66,66 a	26,73	
3	28,26 a	34,46		71,74 a	13,57	
4	27,61 a	35,58		72,39 a	13,57	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Para os valores médios de rendimento por classe diamétrica e para a geração de subprodutos o Teste de Tukey não apresentou diferença estatística ao nível de 95% de probabilidade. Embora não tenha havido diferença estatística, percebe-se que a classe 2 obteve melhor resultado de rendimento em madeira serrada, com diferença de aproximadamente 6,0 pontos percentuais das classes 1 e 4, que obtiveram resultados menores. Esse resultado foi decorrente da presença de 40% das toras da classe 4 estar com problemas de oco e 100% delas apresentarem rachaduras radiais. Na classe 3 todas as toras apresentaram algum tipo de defeito, sendo uma delas com oco, uma com tortuosidade e quatro com presença de



rachaduras radiais. Para a classe 1 a justificativa de menor rendimento foi devido aos pequenos diâmetros das toras, já que nenhuma das cinco toras apresentou defeitos (Quadro 8).

Num trabalho realizado por Iwakiri (1990), com 20 espécies de madeiras da Amazônia, o rendimento médio em madeira serrada encontrado para a espécie muirapiranga, também conhecida como pau-rainha foi de 53,4% para toras com diâmetro médio de 54,2 cm. Esse resultado mostrou-se melhor do que a média encontrada para a classe 2, que obteve melhor rendimento nesse estudo, 33,34%. O menor rendimento encontrado pelo autor foi para a espécie marupá (*Simaruba amara*), 41,9% mesmo assim obtendo melhor resultado.

Dentre os principais fatores que afetam o rendimento em madeira serrada destacam-se a qualidade da tora, as técnicas de desdobro utilizadas, a operação dos equipamentos e os diâmetros das toras (MURARA JUNIOR, 2005). Como nesse trabalho utilizaram-se os mesmos equipamentos as mesmas classificações diamétricas e a mesma técnica de desdobro, não havendo diferença estatística entre as classes, a qualidade das toras tornou-se um fator determinante para os baixos valores de rendimento encontrados.

Na Tabela 12 pode-se observar valores médios de rendimento por classe de qualidade.

TABELA 12 – VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE PARA A ESPÉCIE MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens*)

Qualidade	Rendimento (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p
1ª Qualidade	10,22 b	54,08	0,0000**
2ª Qualidade	19,00 a	28,76	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pela Análise de variância (ANOVA)

\*\* Significativo ao nível de 95% e 99% de probabilidade

Para os valores médios gerais de rendimento por classe de qualidade houve diferença estatística ao nível de 99% de probabilidade, sendo os valores médios de rendimento de 10,22% para a madeira de primeira qualidade e rendimento de 19% para madeira de segunda qualidade.

Observa-se na Tabela 10 que para todas as classes o rendimento em madeira de segunda qualidade foi maior que o rendimento em madeira de primeira

qualidade, mesmo para a classe 2, onde o resultado de rendimento total foi maior. Neste caso, houve uma tendência de queda no rendimento em madeira de segunda qualidade e aumento do rendimento em madeira de primeira qualidade de acordo com as classes diamétricas. A classe 1 apresentou o menor resultado de rendimento em madeira de primeira qualidade, 6,08%, seguida das classes 2 e 3, 10,91% e 11,16% respectivamente. Mesmo apresentando menor rendimento total, a classe 4 alcançou melhor rendimento em madeira de primeira qualidade quando comparada com as outras classes, 12,73%. Isso representou 6,65 pontos percentuais a mais de produto com maior valor agregado que a classe 2. A justificativa para os maiores resultados de rendimento em madeira de segunda qualidade nas classes de menor diâmetro foi a grande proporção de alburno presente nas toras, já que as classes 1 e 2 não apresentaram nenhuma tora com ocorrência de defeitos. Já para as classes de maior diâmetro, 3 e 4, a justificativa foi o grande número de toras com presença de defeitos como oco, tortuosidade e rachaduras radiais. Isso implicou em grande volume de madeira de segunda qualidade.

## 5.2. COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA E GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS ENTRE AS ESPÉCIES

Na Figura 19 pode-se observar o comportamento das espécies em relação aos seus rendimentos por classe diamétrica. Percebe-se que a muiracatiara obteve rendimento superior às outras duas espécies em todas as classes diamétricas. Já, a muirapiranga foi inferior ao jatobá nas classes 3 e 4.

No que diz respeito à tendência do rendimento aumentar de acordo com o aumento do diâmetro das toras, só aconteceu para a espécie jatobá. A espécie muiracatiara apresentou rendimento igual para as classes 2 e 4 enquanto que na muirapiranga a classe 2 foi que obteve melhor resultado.

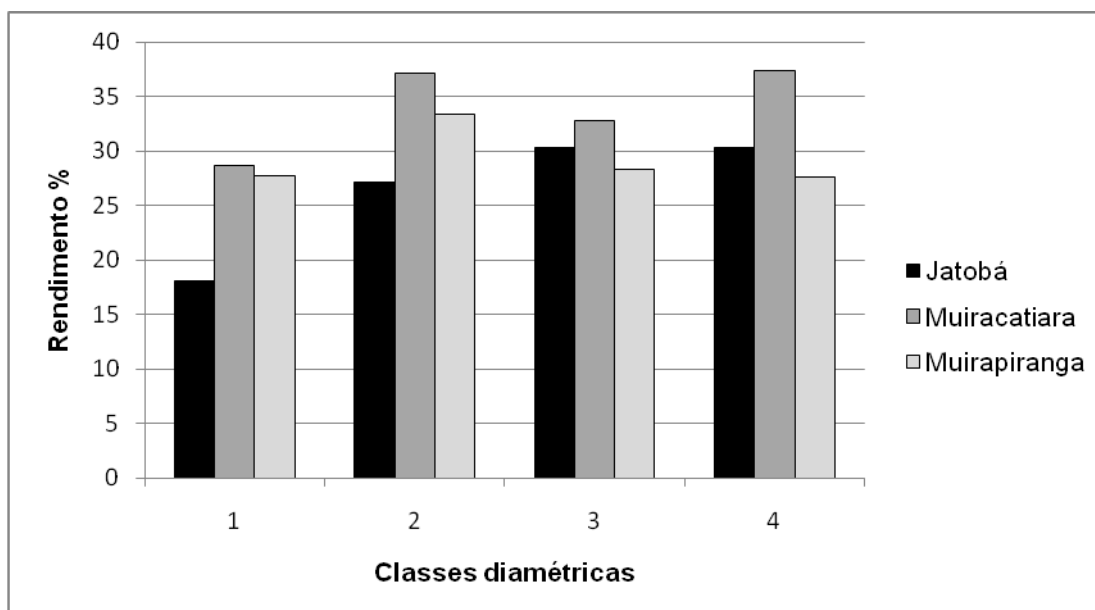


FIGURA 19 – Comparativo entre os valores médios de rendimento (%) por classe diamétrica para as espécies jatobá (*Hymenaea courbaril*), muiracatiara (*Astronium lecoinei* Ducke) e muirapiranga (*Brosimum rubescens*)

FONTE: A Autora

Decorrente dos resultados de rendimento em madeira serrada apresentados na Figura 19, pode-se observar na Figura 20 o comportamento das três espécies estudadas em relação a geração de subprodutos por classe diamétrica.

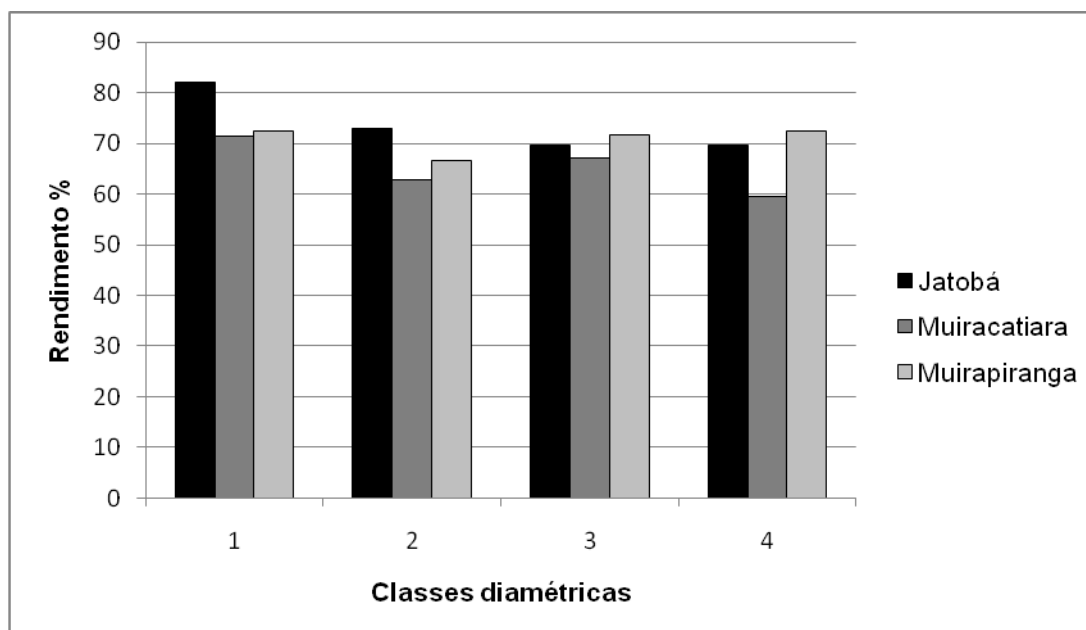


FIGURA 20 – Comparativo entre os valores médios de subprodutos (%) gerados por classe diamétrica para as espécies jatobá (*Hymenaea courbaril*), muiracatiara (*Astronium lecoinei* Ducke) e muirapiranga (*Brosimum rubescens*)

FONTE: A autora

Ao contrário do rendimento, a muiracatiara foi a espécie que menos gerou subprodutos no processo de desdobro, enquanto que a espécie jatobá foi a que apresentou maior geração de subprodutos.

No que diz respeito à tendência dos valores de subprodutos diminuírem de acordo com o aumento do diâmetro das toras, só aconteceu para a espécie jatobá. A espécie muiracatiara apresentou valores de subprodutos iguais para as classe 2 e 4, enquanto que para a muirapiranga a classe 2 foi que obteve menor resultado (Figura 20).

A Tabela 13 apresenta um comparativo dos valores médios de rendimento em madeira serrada e geração de subprodutos por classe diamétrica para as três espécies estudadas.

TABELA 13 – VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) POR CLASSE DIAMÉTRICA PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*), MUIRACATIARA (*Astronium lecointei* Ducke) E MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens*)

Classe	Rendimento (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p	Subproduto (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p
1	24,81 b	29,26	0,0302*	75,19 a	8,91	0,0243 *
2	32,51 a	19,89		65,45 b	9,86	
3	30,46 ab	26,91		69,54 ab	14,72	
4	31,74 ab	25,54		67,20 ab	18,61	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 95% de probabilidade

Para os valores médios de rendimento por classe diamétrica o Teste de Tukey apresentou diferença estatística ao nível de 95% de probabilidade. A classe 2 apresentou maior valor de rendimento em madeira serrada, 32,51% e menor valor de subprodutos, 65,45%, enquanto que na classe 1 foram observados os menores valores de rendimento e maiores valores de subprodutos, 24,81% e 75,19% respectivamente. As classes 3 e 4 não foram consideradas diferentes estatisticamente às classes 1 e 2.

Esperava-se que os valores de rendimento em madeira serrada sofressem acréscimo de acordo com o aumento das classes diamétricas, porém nesse estudo não ocorreu desta forma, devido à grande quantidade de defeitos presentes nas toras das classes de maior diâmetro. Somente para os resultados de jatobá que pode-se perceber essa tendência, classe 1 com menor rendimento e classe 4 com

maior rendimento. Para a muiracatiara a classe 1 obteve menor rendimento, porém a classe 2 equiparou-se com a classe 4 e na muirapiranga a classe 2 obteve maior resultado enquanto que a classe 4 igualou-se a classe 1.

Biasi (2005), em seu estudo feito sobre rendimento em madeira serrada para três espécies da Amazônia, obteve comportamento semelhante ao ocorrido nesse estudo para duas espécies, o cedrinho (*Erismia uncinatum*) e a itaúba (*Mezilaurus itauba*). Embora os resultados, para as três espécies que o autor estudou, sejam considerados sem diferença estatística, para o cedrinho a classe 1 apresentou menor rendimento (57,30%), seguido pela classe 4 (59,12%). Já, para as classes 2 e 3 os rendimentos foram maiores, 60,52% e 62,40% respectivamente. O mesmo aconteceu para a espécie itaúba, onde as classes 1 e 4 apresentaram rendimentos menores, 49,73% e 52,13%, enquanto que para as classes 2 e 3 os rendimentos foram melhores, 56,56% e 57,21%. Nos dois casos a classe 3 apresentou melhor rendimento. O autor justificou esse comportamento na classe 4, em função de algumas toras terem apresentado defeitos como rachaduras podridões e ocos. Mesmo obtendo tendência semelhante, os resultados de rendimentos obtidos por Biasi (2005), mostraram-se superiores aos encontrados nesse estudo.

Na Tabela 14 pode-se observar um comparativo de rendimento total em madeira serrada entre as três espécies estudadas. O rendimento médio das espécies estudadas variou de 26,46% a 33,99%, sendo que a média entre as espécies foi de 29,88%.

TABELA 14 – VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) E SUBPRODUTO (%) PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*), MUIRACATIARA (*Astronium lecointei* Ducke) E MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens*)

Espécies	Rendimento (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p	Subproduto (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p
Jatobá	26,43 b	25,60		73,57 a	9,20	
Muirapiranga	29,22 ab	27,05	0,0125*	69,25 ab	16,49	0,0173*
Muiracatiara	33,99 a	22,27		65,21 b	13,33	
<b>Média geral</b>	<b>29,88</b>			<b>69,34</b>		

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 95% de probabilidade

Para esses valores o Teste de Tukey apresentou diferença estatística ao nível de 95% de probabilidade. A muiracatiara foi a espécie que apresentou melhor rendimento em madeira serrada, 33,99%, enquanto que o jatobá foi a espécie que apresentou menor rendimento, 26,43%. A muirapiranga apresentou valor de rendimento intermediário às outras espécies, porém mostrou-se melhor que o jatobá, pois ficou com 2,79 pontos percentuais acima e pior que a muiracatira com 4,79 pontos percentuais abaixo.

No estudo de rendimento em madeira serrada de três espécies tropicais feito por Biasi, 2005 os rendimentos médios das espécies estudadas variaram de 49,73% a 65,29%, sendo que a média entre as espécies foi de 57,96%. Iwakiri (1990), num trabalho realizado com rendimento de 20 espécies de madeiras da Amazônia, obteve rendimento médio das espécies estudadas de 52,9%, com variação de 41,9% a 61,8%. Em estudo sobre rendimento realizado por Tonini & Antônio (2004) para três espécies tropicais o rendimento médio foi de 59,67%, variando de 51,9% a 66,20%. Para os três autores os rendimentos médios foram maiores do que o obtido nesse estudo, 29,88%, que também ficou abaixo do estipulado pelo CONAMA (45%).

### 5.3. COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO POR CLASSE DE QUALIDADE ENTRE AS ESPÉCIES

A Figura 21 apresenta os valores médios de rendimento em madeira serrada de primeira e segunda qualidade para as 3 espécies estudadas. Percebe-se que a espécie muirapiranga foi a que apresentou maior rendimento em madeira serrada de segunda qualidade e o jatobá apresentou resultados iguais para as 2 classes de qualidade. A média para as 3 espécies também foi maior para rendimento em madeira serrada de segunda qualidade.

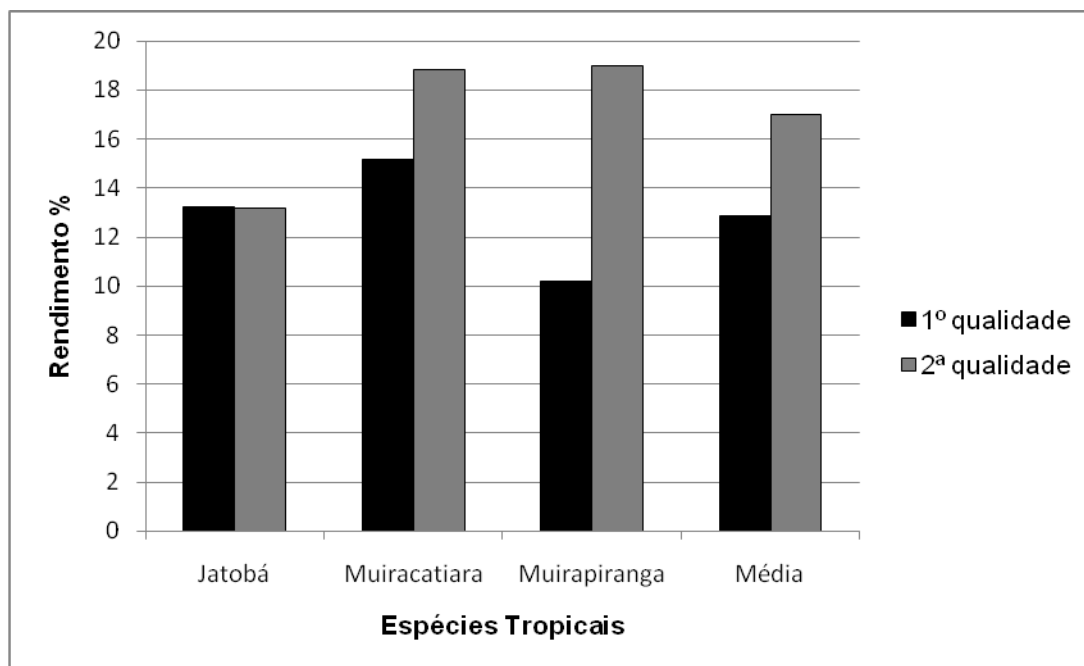


FIGURA 21 – Comparativo entre os valores médios de rendimento (%) por classe de qualidade entre as classes diamétricas para as espécies jatobá (*Hymenaea courbaril*), muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) e muirapiranga (*Brosimum rubescens*)

FONTE: A autora

Na Tabela 15 é apresentado um comparativo entre o rendimento médio em madeira serrada de primeira e segunda qualidade por classe diamétrica.

TABELA 15 – COMPARATIVO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE ENTRE AS CLASSES DIAMÉTRICAS PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*), MUIRACATIARA (*Astronium lecointei* Ducke) E MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens*)

Rendimento	Classe			
	1	2	3	4
1ª Qualidade	4,99 Bc	12,43 Bb	14,57 Ab	19,52 Aa
2ª Qualidade	19,82 Aa	20,08 Aa	15,89 Ab	12,22 Bb

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 95% de probabilidade

Letra Maiúscula comparativo entre as colunas, letra minúscula comparativo entre as linhas

Para esses valores o Teste de Tukey apresentou diferença estatística ao nível de 95% de probabilidade, mostrando que somente na classe 4 o rendimento em madeira serrada de primeira qualidade foi maior do que o rendimento em madeira serrada de segunda qualidade. Pode-se observar que houve uma tendência de aumento no rendimento em madeira serrada de primeira e um decréscimo no rendimento em madeira serrada de segunda qualidade de acordo com o aumento das classes diamétricas. O menor rendimento em madeira de primeira qualidade foi

observado na classe 1 e o maior na classe 4 (4,99% e 19,52% respectivamente). Em consequência disso o efeito foi contrário para o rendimento em madeira de segunda qualidade, onde o menor valor foi encontrado na classe 4 e o maior valor na classe 1 (12,22% e 19,82% respectivamente). Somente na classe 3 os rendimentos entre as classes de qualidade foram considerados sem diferença estatística, nas outras três houve diferença estatística.

Na Tabela 16 observa-se um comparativo entre o rendimento médio em madeira serrada de primeira e segunda qualidade por classe de qualidade para as todas as espécies estudadas.

TABELA 16 – COMPARATIVO ENTRE AS MÉDIAS GERAIS DE RENDIMENTO (%) POR CLASSE DE QUALIDADE PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*), MUIRACATIARA (*Astronium lecointei* Ducke) E MUIRAPIRANGA (*Brosimum rubescens*)

Qualidade	Rendimento (%)	Coefficiente de Variação (%)	Valor p
1ª Qualidade	12,88 b	57,73	0,0008 **
2ª Qualidade	17,00 a	40,02	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pela Análise de variância (ANOVA)

\* \*\*Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Para esses valores o Teste de Tukey apresentou diferença estatística ao nível de 95% de probabilidade, indicando que a média de rendimento em madeira serrada de segunda qualidade foi bem maior quando comparada com a média de rendimento em madeira serrada de primeira qualidade (17,00% e 12,88% respectivamente). Na indústria isso implica em perda de lucros, pois esse produto possui um valor agregado mais baixo, devido a sua baixa qualidade.

No mesmo estudo sobre rendimento realizado por Tonini e Antônio (2004) para três espécies tropicais o rendimento médio em madeira tipo exportação (descrita nesse estudo como madeira de primeira qualidade) foi de 38,81% e para madeira de aproveitamento (segunda qualidade) 20,86%. Mesmo que seu rendimento em madeira de primeira qualidade tenha sido maior, ainda assim 34% do seu rendimento total foi em madeira de segunda qualidade, podendo ser considerado um valor alto.



## 6. CONCLUSÕES

- O jatobá obteve menor rendimento e maior geração de subprodutos;
- A muiracatiara obteve maior rendimento e menor geração de subprodutos;
- O jatobá e a muiracatiara obtiveram rendimento em madeira serrada de 1ª qualidade igual ao de 2ª qualidade;
- Para a muirapianga o rendimento em madeira serrada de 2ª qualidade foi maior que o de 1ª qualidade;
- A classe 2 apresentou maior rendimento em madeira serrada, devido às toras de maior diâmetro estarem com presença de oco e rachaduras radiais;
- A classe 4 apresentou maior rendimento em madeira de 1ª qualidade;
- A classe 1 apresentou menor rendimento em madeira serrada e menor rendimento em madeira de 1ª qualidade, ocasionado por toras de menor diâmetro e grande porção de alburno;
- O maior rendimento em madeira de 2ª qualidade foi ocasionado pela grande quantidade de defeitos nas toras. Economicamente indesejado na indústria, pois gera produtos de menor valor agregado;
- Os maiores rendimentos foram obtidos a partir da classe 2 (acima de 51 cm) – não sendo viável a retirada de árvores com diâmetros de 35 a 50 cm;
- O baixo rendimento e alta geração de subprodutos para as três espécies estudadas ocorreram devido a baixa qualidade das toras e ao baixo nível tecnológico da serraria;
- O rendimento em madeira serrada obtido apresentou-se abaixo do estipulado pelo CONAMA: 45%.

## 7. RECOMENDAÇÕES

Em função das conclusões obtidas, recomenda-se:

- Realizar estudos de rendimento em madeira serrada e geração de subprodutos voltados a outras espécies tropicais;
- Seleção mais rigorosa das árvores, tanto em relação aos diâmetros como em qualidade, para evitar grandes desperdícios na forma de subproduto;
- Estudar técnicas para melhorar o rendimento em madeira serrada e consequentemente diminuir a geração de subprodutos;
- Estudar meios para melhor utilizar os subprodutos gerados no processo de desdobro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2008**. Ano base 2007.

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2009**. Ano base 2008.

ABP Trade – Assessoria em comércio exterior, importação e exportação. **Madeiras do Brasil: Brutas e beneficiadas**. <Disponível em: <http://www.abptrade.com.br/madeiras.htm>>, Acesso em: 05/12/2011.

ANGELO, H. **As exportações brasileiras de madeiras tropicais**. Curitiba – PR, 1998. Tese (Doutorado em ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.

ANGELO, H.; SILVA, G. F.; SILVA, V. S. M. **Análise econômica da indústria de madeiras tropicais: O caso de Sinop, MT**. Ciência Florestal, Santa Maria – RS, v.14, p.91-101, setembro de 2004.

BARBOSA, A. P.; VIANEZ, B. F.; VAREJÃO, M. J.; ABREU, R. L. S. **Consideração sobre o Perfil Tecnológico do Setor Madeireiro na Amazônia Central**, 2001.

BIASI, C. P. **Rendimento em madeira serrada, geração de resíduos e eficiência no desdobro de três espécies tropicais**. Curitiba – PR, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.

CAVALLET, J.; OLIVEIRA, A. L. A.; ARRUDA, T.P.M.; ACOSTA, F. C. **Rendimento em madeira de Jatobá (*Hymenaea courbaril*)**. Anais do II SICCA – II Simpósio de Iniciação Científica das Ciências Agrárias. 2010, p. 20-23, Alta Floresta – MT.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº411, de 06 de maio de 2009**.

DE PAULA, J. C. M. de. **Aproveitamento de resíduos de madeira para confecção de briquetes**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Instituto de Florestas. Seropédica - RJ, 2006.

DUTRA, R. I. J. P.; NASCIMENTO, S. M. NUMAZAWA, S. **Resíduos de indústria madeireira: Caracterização, consequência sobre o meio ambiente e opções de uso.** Revista científica eletrônica de Engenharia Florestal, edição número 5, Janeiro de 2005.

FAGUNDES, H. A. V.; HASELEIN, C. R.; BONIN, L. C. **Redução de perdas e aproveitamento de resíduos para a produção de madeira serrada de melhor qualidade.** Anais do 10º encontro – EBRAMEM, 2006. São Pedro – SP.

FATOS FLORESTAIS DA AMAZÔNIA. **Mercado e preço da madeira amazônica.** Instituto do homem e meio ambiente da Amazônia – IMAZON, 2010.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE RONDÔNIA (FIERO). **Perfil Socioeconômico e Industrial.** Porto Velho-RO, 1997. Disponível em: <<http://www.fiero.org.br/publicacoes.asp>>, Acesso em: 08/10/2011.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE RONDÔNIA (FIERO). **Estudo para o fortalecimento do setor madeireiro.** Porto Velho - RO, 2000. Disponível em: <<http://www.fiero.org.br/publicacoes.asp>>, Acesso em: 08/10/2011.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE RONDÔNIA (FIERO). **Perfil Socioeconômico e Industrial.** Porto Velho - RO, 2003. Disponível em: <<http://www.fiero.org.br/publicacoes.asp>>, Acesso em: 08/10/2011.

GATTO, D. A.; SANTINI, E. J. ; HASELEIN, C. R.; DURLO, M. A. **Qualidade da madeira serrada na região da quarta Colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul.** Ciência Florestal, Santa Maria, 2003. V. 14, n. 1, p. 223-233.

GONZAGA, A. L. **Madeira: Uso e conservação.** Brasília, DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006, 246 p. Cadernos técnicos; 6.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Madeiras Brasileiras: muirapiranga.** Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/caracteristicas.php?ID=36&caracteristica=62>>, Acesso em: 05/08/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Madeiras Brasileiras: Jatobá.** Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/caracteristicas.php?ID=124&caracteristica=89>>, Acesso em: 23/08/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Madeiras Brasileiras: muiracatiara**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/caracteristicas.php?ID=21&caracteristica=48>>, Acesso em: 23/08/2011.

IBDF, DPq-LPF. **Madeiras da Amazônia, Características e Utilização**; estação Experimental de Curuá-Uma. Amazonian Timbers, Characteristics and Utilization; Curuá-Uma Experimental Forest Station. Brasília: 1988, V.2, p. 115-116.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF). **Identificação de espécies florestais: Jatobá**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=43>>, Acesso em: 21/08/2011.

IWAKIRI, S.; **Rendimento e condições de desdobro de 20 espécies de madeiras da Amazônia**. Instituto de Pesquisa Nacional da Amazônia (IMPA), Manaus – AM, Amazônica, p. 271 - 281, 1990.

JARA, E. R. P. (1987) **A geração de resíduos pelas serrarias**. São Paulo, SP. Boletim Técnico ABPM, n. 59, 1998.

LENTINI, M; VERRÍSSIMO, A; SOBRAL, L. **Fatos Florestais da Amazônica 2003**. Belém: IMAZON, 2003.

LENTINI, M; PEREIRA, A.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. **Fatos Florestais da Amazônica 2005**. Belém: IMAZON, 2005.

LENTINI, M.; VERRISSÍMO, A.; PEREIRA, D. **A expansão madeireira na Amazônia**. IMAZON, 2005.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Características das madeiras brasileiras**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), São Paulo, 1989

MANHIÇA, A. A. **Rendimento e eficiência no desdobro de *Pinus* sp. utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte**. Curitiba – PR, 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.

MACQUEEN, D.; GRIEG-GRAN, M.; LIMA, E.; MACGREGOR, J.; MERRY, F.; PROCHNIK, V.; SCOTLAND, N.; SMERALDI, R.; YOUNG, C. **Exportando sem crises: a indústria de Madeira tropical brasileira e os mercados internacionais**. Small and Medium Forest Enterprises Series No. 1. International Institute for Environment and Development, Londres, Reino Unido, 2004.

MERCADO, R. S.; CAMPAGANINI, S. **Exportações da floresta amazônica**. In: Encontro de Economia Florestal, 1988, Curitiba. Anais...Curitiba:EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Floresta, 1988. v.1, p.43-73.

MONTEIRO, J.; ROCHA, M.P. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. ES, 2007, p. 209 - 270.

MURARA JUNIOR, M. I. **Desdobro de toras de pinus utilizando diagramas de corte para diferentes classes diamétricas**. Dissertação – Mestrado. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005. 66p.

MURARA JUNIOR, M. I. **Rendimento em madeira serrada de pinus para desdobro**. Revista da Madeira, Edição nº 99, setembro de 2006.

OLIVEIRA; A. D.; MARTINS, E. P.; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P.; SOUZA, A. N. **viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas – o caso do município de Jarú, Estado de Rondônia**. CERNE, V.9, N.1, p.001-015, 2003.

PEREZ, P. L.; BACHA, C. J. C. **Evolução da produção e dos consumos interno e externo de madeira serrada do Brasil**. Revista Agroanalyses (FGV), Vol. 26, nº8. Agosto de 2006.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos florestais da Amazônia**. Belém: IMAZON, 2010.

PLANO NACIONAL DE FLORESTAS (PNF). **Programa Nacional de Florestas, 2004**. Ministério do Meio Ambiente. Governo do Brasil. Disponível em: <<http://www.reflorestar.com.br/pnf.pdf>>, Acesso em: 19/09/2011.

PONCE, R. H. **Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas**. Anais do seminário internacional de utilização da madeira de eucalipto para serraria – 50. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – DPTF/IBF, Abril de 1995.

REIS, M. S. **A indústria baseada em madeiras duras tropicais no Brasil**. In: Mesa Redonda Internacional, Oportunidade e Limitações para o Desenvolvimento da Indústria Baseada em Madeiras Tropicais na América Latina. 20-23 fevereiro, 1989. Brasília DF.

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). **Desdobro da madeira de eucalipto na serraria**. Edição nº 75, agosto de 2003.

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). **Bioenergia: Energia Limpa e Abundante**. Curitiba, Lettech Editora e Gráfica Ltda, 2005.

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). **Madeiras brasileiras e exóticas: Jatobá**. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/madeira\\_especies.php?num=189&title=&especie=Jatob%E1](http://www.remade.com.br/br/madeira_especies.php?num=189&title=&especie=Jatob%E1)>, Acesso em: 04/06/2010.

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). **Madeiras brasileiras e exóticas: muiracatiara**. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/madeira\\_especies.php?num=215&title=Madeiras%20brasileiras%20e%20ex%F3ticas&especie=Muiracatiara](http://www.remade.com.br/br/madeira_especies.php?num=215&title=Madeiras%20brasileiras%20e%20ex%F3ticas&especie=Muiracatiara)>, Acesso em: 04/06/2010

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). **Madeiras brasileiras e exóticas: muirapiranga**. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/madeira\\_especies.php?num=209&title=Madeiras%20brasileiras%20e%20ex%F3ticas&especie=Muirapiranga](http://www.remade.com.br/br/madeira_especies.php?num=209&title=Madeiras%20brasileiras%20e%20ex%F3ticas&especie=Muirapiranga)>, Acesso em: 04/06/2010.

ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria prima para serrarias**. Tese – Doutorado. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2000. 185p.

ROCHA, D. P.; BACHA, C. J. C. **A preocupação das políticas públicas com a sustentabilidade dos recursos florestais em Rondônia**. Artigo baseado na dissertação de mestrado, Piracicaba, SP. 1999. Disponível em: <[http://www2.fgv.br/ibre-cea/publicacoes/arq/art\\_am\\_legal\\_01.pdf](http://www2.fgv.br/ibre-cea/publicacoes/arq/art_am_legal_01.pdf)>, Acesso em: 22/09/2011.

ROCHA, D.P.; BACHA, C.J.C. **A evolução do setor industrial madeireiro em Rondônia e a exploração dos recursos florestais**. Artigo baseado na dissertação de mestrado, Piracicaba, SP. 1999. Disponível em: <[http://www2.fgv.br/ibre-cea/publicacoes/arq/art\\_eco\\_florestal\\_01.pdf](http://www2.fgv.br/ibre-cea/publicacoes/arq/art_eco_florestal_01.pdf)>, Acesso em: 22/09/2011.

ROCHA, D. P.; BACHA, C. J. C. **Madeira: A exploração desordenada e a busca de lucros rápidos dizimam as florestas e põe em risco a sustentabilidade do setor em Rondônia.** Revista de agronegócios da FGV. Dezembro de 2000.

ROCHA, M. P. **Técnicas de planejamento em serrarias.** Série didática FUPEF, Curitiba, n. 01/02, 121 p., 2002.

ROCHA, M. P. **Técnicas de serrarias.** In: OLIVEIRA, J. T. S; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. Tecnologias aplicadas ao Setor madeireiro. ES, 2007.

SILVA, K. E.; RIBEIRO, C. A. A. S.; MARTINS, S. V.; SANTOS, N. T. **Concessão de florestas públicas na Amazônia: Desafios para o uso sustentável dos recursos florestais.** Bioikos, Campinas, 23(2):91-102, jul./dez., 2009.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A. **Madeiras tropicais brasileiras.** Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília, 1997.

SOUZA, M. H. **Incentivo ao uso de novas madeiras para fabricação de móveis.** 2. ed. Brasília: IBAMA, 1998.

TONINI, H.; ANTONIO, L. M. M. F. **Rendimento em madeira serrada de cupiuba (*Goupia glabra*), caferana (*Erismia uncinatum*) e angelim-pedra (*Dinizia excelsa*).** Comunicado Técnico 07. ISSN 0102-099 Novembro – 2004, EMBRAPA Boa Vista, RR.

TSOUMIS, G. **Science and technology of Wood: structure, properties, utilization.** New York: Chapman and Hall, 1991.

VIANA, V. M. **Os caminhos para nossas florestas.** Rede de Agricultura Sustentável. Disponível em:  
< <http://www.agrisustentavel.com/floresta/caminhos.htm>>, Acesso em: 06/12/2011.

VITAL, B. R. **Planejamento e operação de serrarias.** Universidade Federal de Viçosa, MG, 2008.



## **ANEXOS**

ANEXO 1.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA PARA A ESPÉCIE JATOBÁ.....	79
ANEXO 2.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DA GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS PARA A ESPÉCIE JATOBÁ.....	81
ANEXO 3.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA PARA A ESPÉCIE MUIRACATIARA.....	83
ANEXO 4.	ANEXO 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DA GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS PARA A ESPÉCIE MUIRACATIARA.....	84
ANEXO 5.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA PARA A ESPÉCIE MUIRAPIRANGA.....	85
ANEXO 6.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DA GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS PARA A ESPÉCIE MUIRAPIRANGA.....	87
ANEXO 7.	ANÁLISE ESTATÍSTICA COMPARATIVA ENTRE OS RENDIMENTOS DAS ESPÉCIES JATOBÁ, MUIRACATIARA E MUIRAPIRANGA.....	89
ANEXO 8.	ANÁLISE ESTATÍSTICA COMPARATIVA ENTRE A GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ, MUIRACATIARA E MUIRAPIRANGA.....	91

## ANEXO 1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA PARA A ESPÉCIE JATOBÁ

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as toras

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	0,704693	4	0,176173	0,33	0,8537 ns
dentro dos grupos	8,01662	15	0,534441		
Total	8,72131	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator tora

Toras	R%	Coef.Var.
1	25,50 a	38,57
2	23,86 a	29,72
3	29,32 a	23,41
4	27,39 a	24,69
5	26,10 a	20,15

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as classes diamétricas

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	5,32994	3	1,77665	8,38	0,0014**
Dentro dos grupos	3,39137	16	0,21196		
Total	8,72131	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe diamétrica

Classe	R%	Coef.Var.
1	18,05 b	20,62
2	27,09 a	16,22
3	30,29 a	15,38
4	30,31 a	20,03

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as classes de qualidade

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	0,02116	1	0,02116	0,03	0,8648 ns
Dentro dos grupos	27,3792	38	0,720506		
Total	27,4004	39			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe de qualidade

Qualidade	R%	Coef.Var.
1ª Qualidade	13,25 a	49,07
2ª Qualidade	13,19 a	38,06

## ANEXO 2. ANÁLISE ESTATÍSTICA DA GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS PARA A ESPÉCIE JATOBÁ

### Análise de variância para a geração de subprodutos entre as toras

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	1,50E+06	4	375507	0,32	0,8588 ns
dentro dos grupos	1,75E+07	15	1,17E+06		
Total	1,90E+07	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

### Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator tora

Toras	Subproduto (%)	Coef.Var.
1	74,50 a	13,20
2	76,14 a	9,31
3	70,68 a	9,71
4	72,61 a	9,31
5	73,90 a	7,12

### Análise de variância para a geração de subprodutos entre as classes diamétricas

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	1,15E+07	3	3,82E+06	8,1	0,0017 **
dentro dos grupos	7,54E+06	16	471300		
Total	1,90E+07	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe diamétrica

Classes	Subproduto (%)	Coef.Var.
1	81,95 a	20,62
2	72,91 ab	16,22
3	69,71 b	15,38
4	69,69 b	20,03

### ANEXO 3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA PARA A ESPÉCIE MUIRACATIARA

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as toras

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	2,32208	4	0,580519	1,23	0,3385 ns
dentro dos grupos	7,06017	15	0,470678		
Total	9,38224	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator tora

Toras	Rendimento	Coef.Var.
1	38,67 a	10,94
2	35,11 a	26,69
3	35,84 a	18,39
4	32,77 a	20,56
5	27,60 a	31,73

### Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre classes diamétricas

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	2,04083	3	0,680277	1,48	0,2570 ns
dentro dos grupos	7,34141	16	0,458838		
Total	9,38224	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

### Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe diamétrica

Classe	R%	Coef.Var.
1	28,69 a	28,69
3	32,84 a	31,25
2	37,12 a	13,68
4	37,32 a	15,61

### Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre classes de qualidade

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	3,4164	1	3,4164	2,41	0,1286 ns
dentro dos grupos	53,8092	38	1,41603		
Total	57,2256	39			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe de qualidade

Qualidade	R%	Coef.Var.
1ª Qualidade	15,17 a	61,05
2ª Qualidade	18,82 a	43,08

#### ANEXO 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DA GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS PARA A ESPÉCIE MUIRACATIARA

Análise de variância para a geração de subprodutos entre as toras

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	5,31E+06	4	1,33E+06	0,98	0,4481 ns
dentro dos grupos	2,03E+07	15	1,36E+06		
Total		19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator tora

Toras	Subproduto (%)	Coef.Var.
1	61,33 a	6,90
2	64,89 a	14,44
3	64,16 a	10,27
4	63,26 a	19,79
5	72,40 a	12,09



### Análise de variância para a geração de subprodutos entre as classes diamétricas

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	6,71E+06	3	2,24E+06	1,89	0,1725 ns
dentro dos grupos	1,89E+07	16	1,18E+06		
Total		19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

### Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe diamétrica

Classes	Subproduto (%)	Coef.Var.
1	71,31 a	9,34
2	62,88 a	8,08
3	67,16 a	15,29
4	59,50 a	15,44

## ANEXO 5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DO RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA PARA A ESPÉCIE MUIRAPIRANGA

### Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as toras

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	0,63438	4	0,158595	0,22	0,9214 ns
dentro dos grupos	10,6697	15	0,711313		
Total	11,3041	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator tora

Toras	R%	Coef.Var.
1	31,29 a	22,29
2	27,35 a	27,94
3	28,08 a	48,30
4	31,28 a	21,50
5	28,11 a	22,35

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as classes diamétricas

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	1,08412	3	0,361373	0,57	0,6454 ns
dentro dos grupos	10,22	16	0,638747		
Total	11,3041	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe diamétrica

Classe	R%	Coef.Var.
1	27,69 a	22,82
2	33,34 a	18,27
3	28,26 a	34,46
4	27,61 a	35,58

### Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as classes de qualidade

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	15,9012	1	15,9012	23,18	0,0000**
dentro dos grupos	26,0669	38	0,685972		
Total	41,9682	39			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\*\*Significativo ao nível de 99% de probabilidade

### Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe de qualidade

Qualidade	Rendimento	Coef.Var.
1ª Qualidade	10,22 b	54,08
2ª Qualidade	19,00 a	28,76

## ANEXO 6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DA GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS PARA A ESPÉCIE MUIRAPIRANGA

### Análise de variância para a geração de subprodutos entre as toras

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	1,60E+06	4	398876	0,16	0,9555 ns
dentro dos grupos	3,75E+07	15	2,50E+06		
Total	3,91E+07	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator tora

Toras	Subproduto (%)	Coef.Var.
1	68,71 a	10,15
2	65,02 a	33,15
3	71,92 a	18,86
5	71,89 a	8,41
4	68,72 a	10,17

Análise de variância para a geração de subprodutos entre as classes diamétricas

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	7,27E+06	3	2,42E+06	1,22	0,3346 ns
dentro dos grupos	3,18E+07	16	1,99E+06		
Total	3,91E+07	19			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe diamétrica

classes	Subproduto (%)	Coef.Var.
1	72,31 a	13,57
2	60,56 a	26,73
3	71,74 a	13,57
4	72,39 a	13,57

## ANEXO 7. ANÁLISE ESTATÍSTICA COMPARATIVA ENTRE OS RENDIMENTOS DAS ESPÉCIES JATOBÁ, MUIRACATIARA E MUIRAPIRANGA

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as toras

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	1,28619	4	0,321547	0,54	0,7102 ns
dentro dos grupos	33,0278	55	0,600505		
Total	34,314	59			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator tora

Toras	Rendimento	Coef.Var.
1	31,82 a	27,44
2	28,77 a	30,64
3	30,33 a	30,10
4	30,48 a	21,71
5	27,27 a	22,96

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as classes diamétricas

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	5,0189	3	1,67297	3,2	0,0302*
dentro dos grupos	29,2951	56	0,523126		
Total	34,314	59			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\*Significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe diamétrica

<b>Classe</b>	<b>Rendimento</b>	<b>Coef.Var.</b>
1	24,81 b	29,26
3	30,46 ab	26,91
4	31,74 ab	25,54
2	32,51 a	19,89

Análise de variância para o rendimento em madeira serrada entre as classes de qualidade

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	11,9259	1	11,9259	11,92	0,0008 **
dentro dos grupos	118,04	118	1,00034		
Total	129,966	119			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\*\*Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe de qualidade

<b>Qualidade</b>	<b>R%</b>	<b>Coef.Var.</b>
1ª Qualidade	12,88 b	57,73
2ª Qualidade	17,00 a	40,02

Análise de variância para os rendimentos totais em madeira serrada entre as três espécies

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	4,89053	2	2,44526	4,74	0,0125*
dentro dos grupos	29,4234	57	0,516201		
Total	34,314	59			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\*Significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator rendimentos totais entre as três espécies

<b>Espécies</b>	<b>R%</b>	<b>Coef.Var.</b>
Jatobá	26,43 b	25,60
Muirapiranga	29,22 ab	27,05
Muiracatiara	33,99 a	22,27

#### ANEXO 8. ANÁLISE ESTATÍSTICA COMPARATIVA ENTRE A GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS PARA AS ESPÉCIES JATOBÁ, MUIRACATIARA E MUIRAPIRANGA

Análise de variância para a geração de subprodutos entre as toras

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	2,98E+06	4	744990	0,44	0,7806 ns
dentro dos grupos	9,35E+07	55	1,70E+06		
Total		59			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator tora

<b>Toras</b>	<b>Subproduto (%)</b>	<b>Coef.Var.</b>
1	68,18 a	12,80
2	68,68 a	20,32
3	68,92 a	13,57
4	68,20 a	13,49
5	72,73 a	8,61

### Análise de variância para a geração de subprodutos entre as classes diamétricas

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	1,48E+07	3	4,94E+06	3,38	0,0243 *
dentro dos grupos	8,17E+07	56	1,46E+06		
Total	9,65E+07	59			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\*Significativo ao nível de 95% de probabilidade

### Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator classe diamétrica

Classe	Subproduto (%)	Coef.Var.
2	65,45 b	9,86
4	67,20 ab	18,61
3	69,54 ab	14,72
1	75, 19 a	8,91

### Análise de variância para a geração de subprodutos totais entre as três espécies

Fonte	SQ	GL	QM	Valor f	Valor p
Entre os grupos	1,28E+07	2	6,41E+06	4,36	0,0173*
dentro dos grupos	8,37E+07	57	1,47E+06		
Total	9,65E+07	59			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

\*\*Significativo ao nível de 95% de probabilidade

### Teste de comparação das médias (Tukey) para o fator subprodutos totais

Espécies	Subproduto (%)	Coef.Var.
Muiracatiara	65,21 b	13,33
Muirapiranga	69,25 ab	16,49
Jatobá	73,57 a	9,20